



João Bruno Gaio Fonseca

Licenciatura em Ciências de Engenharia do Ambiente

**Contribuição para a redução dos
consumos de água da rede, através da
utilização de águas pluviais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Professora Doutora Maria Gabriela Lourenço
da Silva Féria de Almeida, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2014



João Bruno Gaio Fonseca

Licenciatura em Ciências de Engenharia do Ambiente

**Contribuição para a redução dos
consumos de água da rede, através da
utilização de águas pluviais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Professora Doutora Maria Gabriela Lourenço
da Silva Féria de Almeida, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2014

Contribuição para a redução dos consumos de água da rede, através da utilização de águas pluviais

© Copyright em nome de João Bruno Gaio Fonseca da FCT/UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria agradecer à Professora Doutora Maria Gabriela de Almeida que me orientou na realização deste trabalho. Agradecer também pela aceitação deste desafio, pela amizade, motivação, disponibilidade e sugestões ao longo da dissertação.

Aos professores da FCT/UNL que contribuíram para a minha formação.

Aos meus pais e ao meu irmão porque sem eles não teria chegado até aqui e porque sempre me apoiaram em todos os momentos demonstrando compreensão, amor e sobretudo motivação e força durante esta etapa da minha vida.

À minha família, tios, primos e avós.

À minha namorada, Shari Alves, pelo amor, carinho, amizade e por ser uma pessoa incrível. Agradecer também pela ajuda durante esta caminhada.

A todos os meus amigos que durante estes cinco anos de Faculdade me apoiaram. Algumas destas pessoas devem ser referidas:

À Irina Figueiredo, Joana Rito, Tiago Lima, Clara Simões, Rui Mendes, Pedro Jesus, Ivo Pinto, João Cardoso, Joana Cartaxo e Filipe Delgado pelos momentos de amizade, diversão e apoio.

Ao Francisco Simões, Manel Cunha Pereira, Carlos Cruz, Rita Mimoso, Inês Sanchez, Virgílio Preto, Gonçalo Rodrigues, Ana Póvoa, Carolina Mateus Baptista, Margarida Rosário de Jesus, Mafalda Santos, Maria Vila Luz, António Belair, Rita Dias, Manuel Falcão, João Pedro Viola, João Rebelo Pinto, Filipa Rodrigues e Luísa Ramalho que sempre me acompanharam.

Resumo

A conjuntura actual evidencia uma crescente procura de água potável tanto a nível nacional, como internacional. De acordo com as projecções realizadas, o crescimento populacional estará na base do crescimento significativo do consumo de água. Estes consumos subdividem-se ao nível do sector doméstico, industrial e agrícola.

Para combater situações de insustentabilidade, como é o caso da escassez hídrica, é urgente a implementação de soluções eficientes.

O sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) permite reduzir os consumos de água da rede e é uma medida eficaz com vantagens económicas e ambientais. Além disso, é um sistema de fácil implementação e de grande simplicidade, estando ao alcance da maioria dos consumidores.

A presente dissertação teve como objectivo analisar a viabilidade da implementação de um SAAP. Para tal, foram estimados valores para o aproveitamento de água pluvial nas diversas regiões de Portugal Continental tendo por base os dados de precipitação anual acumulada.

O sistema SAAP é constituído pelas seguintes etapas: captação, transporte, filtração, armazenamento e distribuição. Regra geral, a qualidade da água pluvial é superior à qualidade das águas superficiais e subterrâneas, apenas com evidências de um pequeno nível de acidez devido à existência natural de CO₂ na atmosfera.

Foram calculados os consumos de água para cada uma das regiões, de modo a comparar com os volumes passíveis de aproveitamento com a água pluvial para os anos seco e húmido.

Os resultados indicam que as regiões com maior benefício para a instalação de um SAAP são as regiões do Norte, Centro e Lisboa. Contudo, no ano húmido, todas as regiões são propícias à instalação de um SAAP.

Futuramente propõe-se a implementação do SAAP em habitações novas, edifícios com grandes áreas de captação (indústrias ou centros comerciais) e em zonas agrícolas, visto que o sector da agricultura é o maior consumidor de água.

Palavras-chave: escassez, sistema de aproveitamento de águas pluviais, estimativas de aproveitamento de água pluvial, viabilidade, consumos não potáveis.

Abstract

The current situation shows an increasing demand for drinking water both at national and international levels. According to projections, the population growth will be the basis of the mean water consumption growth. These intakes are subdivided into domestic, industrial and agricultural sector levels.

To combat situations of unsustainability, as is the case of water shortage, it is imperative to implement effective solutions.

The system of rainwater harvesting (SAAP) can reduce consumption of mains water and is an effective measure with economic and environmental advantages. Furthermore, the system is easy to implement and of great simplicity, within the reach of most consumers.

This work aimed to analyze the feasibility of implementing a SAAP. To that end, the amount of rainwater for harvesting was estimated for different regions of Portugal based on the data of accumulated annual rainfall.

The SAAP system consists of the following stages: capture, transport, filtration, storage and distribution. Generally, the quality of rainwater is superior to the quality of surface and groundwater, with only evidence of a low level of acidity due to the natural presence of CO₂ in the atmosphere.

The water consumption values of each region were computed in order to estimate the water volumes that need to be obtained from the rainwater for dry and wet years.

The obtained results indicate that regions with greater benefit from the installation of a SAAP are the regions of North, Centre and Lisbon. However, in the wet year, all regions are conducive of the installation of a SAAP.

The present study recommends that, in the future, a SAAP is set up in new dwellings, buildings with large catchment areas (industrial or commercial centers) and in agricultural areas, since the agricultural sector is the largest consumer of water.

Keywords: scarcity, the rainwater harvesting system, estimates of rain water capture, viability, non-potable consumption.

Índice Geral

1. Introdução	1
1.1. Objectivos	1
1.2. Estrutura da dissertação	1
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Introdução	3
2.2. Evolução da população	6
2.3. Escassez de água no Mundo	8
2.4. Consumos de água	11
2.5. Qualidade da água para consumo humano	17
2.5.1. Características organolépticas	20
2.5.1.1. Cor	20
2.5.1.2. Sabor e odor	20
2.5.2. Características físico-químicas	21
2.5.2.1. Temperatura	21
2.5.2.2. Turvação	21
2.5.2.3. pH	22
2.5.2.4. Dureza	22
2.5.2.5. Oxigénio dissolvido	23
2.5.2.6. Oxidabilidade e carbono orgânico total	24
2.5.2.7. Cloretos	24
2.5.3. Características microbiológicas	24
2.6. Poluição dos recursos hídricos	25
2.6.1. Poluição de origem agrícola	26
2.6.2. Poluição de origem industrial	27
2.6.3. Poluição de origem doméstica	28
2.6.4. Problemática das alterações climáticas	29
3. Aproveitamento da água pluvial	31
3.1. Caracterização do Clima em Portugal Continental	31
3.2. Vantagens e desvantagens do aproveitamento de águas pluviais	35
3.3. Qualidade da água pluvial	36
3.4. Legislação	37
4. Caracterização dos sistemas de aproveitamento de água pluvial..	41
4.1. Captação	41

4.2. Transporte	43
4.2.1. Dispositivo de primeira lavagem (first-flush)	43
4.3. Filtração	45
4.4. Armazenamento	45
4.5. Distribuição	47
4.6. Manutenção dos sistemas de aproveitamento de água pluvial	48
5. Metodologia	51
5.1. Introdução	51
5.2. Recolha de dados.....	51
5.2.1. População residente	52
5.2.2. Área	54
5.3. Procedimento.....	55
5.4. Caso de estudo.....	57
6. Resultados.....	59
6.1. Determinação do ano seco e do ano húmido.....	59
6.2. Estimativa de volumes consumidos em cada região	65
6.3. Estimativa de volumes de aproveitamento de água pluvial no ano seco em cada região	65
6.4. Estimativa de volumes de aproveitamento de água pluvial no ano húmido, em cada região	66
6.5. Caso de estudo.....	67
6.5.1. Estimativa de aproveitamento de água pluvial no ano seco	67
6.5.2. Estimativa de aproveitamento de água pluvial no ano húmido	69
6.6. Estimativa de redução de custos associado ao consumo de água	72
7. Discussão.....	77
8. Conclusões e considerações futuras.....	79
9. Referências Bibliográficas	81
Anexos.....	87

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Tratamento de água de origem superficial em Portugal	5
Figura 2.2 – Sistema de tratamento de uma água subterrânea com elevado teor em CO ₂ e ferro .6	
Figura 2.3 - Evolução e projecção da população no Mundo até ao ano 2100	7
Figura 2.4 - Evolução e projecção da população em Portugal até ao ano 2060	8
Figura 2.5 - Repartição da água.....	8
Figura 2.6 - Variação do índice de stress hídrico no Mundo	9
Figura 2.7 - Proporção da população com melhores acessos à água potável em 2011.....	11
Figura 2.8 - Consumos globais totais e consumos globais médios	12
Figura 2.9 – Água extraída no mundo per capita e por sector	13
Figura 2.10 - Utilização total anual dos recursos hídricos em Portugal Continental dividido por sector.....	13
Figura 2.11 - Consumos numa habitação com usos exteriores	15
Figura 2.12 - Distribuição do consumo de água diário numa habitação por cada pessoa	15
Figura 2.13 - Ineficiência nacional no uso da água por sector entre o ano 2000 e 2009	16
Figura 2.14 - Meta PNUEA de redução de consumos para 2020.....	16
Figura 2.15 - Evolução da percentagem de água segura até 2011	18
Figura 2.16 - Distribuição geográfica da percentagem de água segura.....	19
Figura 2.17 - Saneamento global de 1990-2010 e projecção para 2015.....	29
Figura 3.1 - Temperatura média anual de Portugal Continental e precipitação total média anual de Portugal Continental	32
Figura 3.2 - Distribuição espacial do escoamento anual médio em Portugal Continental e disponibilidades hídricas subterrâneas estimadas para Portugal Continental.....	33
Figura 3.3 - Situações de escassez hídrica - Águas de superfície	34
Figura 4.1 - Esquema de um desviador de primeiro fluxo	44
Figura 4.2 - Exemplo de um sistema de filtração	45
Figura 5.1 - Intersecção do mapa dos distritos de Portugal (NUTS III) com o mapa das estações meteorológicas	52
Figura 5.2 - Percentagem de cada classe de ocupação do solo em cada região.....	55
Figura 6.1 - Evolução da precipitação total média anual entre 1990 e 2012 em Portugal Continental	60
Figura 6.2 - Evolução da precipitação total média mensal em Portugal Continental no ano seco (2004/2005).....	62
Figura 6.3 - Evolução da precipitação total média mensal em Portugal Continental no ano húmido (2000/2001).....	64
Figura 6.4 - Evolução da precipitação total média mensal em Portugal Continental no ano húmido (1995/1996).....	64
Figura 6.5 - Estimativa de aproveitamento de água pluvial para um ano seco na habitação. Percentagem máxima de aproveitamento e percentagem mínima de aproveitamento	68
Figura 6.6 - Estimativa de aproveitamento de água pluvial para um ano húmido na habitação. Percentagem máxima de aproveitamento e percentagem mínima de aproveitamento	70
Figura 6.7 - Evolução das tarifas médias ao longo dos anos.....	72

Índice de Quadros

Quadro 2.1 - Consumos de água superficial e subterrânea em Portugal Continental	14
Quadro 2.2 - Escala de classificação para os indicadores do controlo da qualidade da água	19
Quadro 2.3 - Valor paramétrico do sabor e odor	21
Quadro 2.4 - Classificação das águas de consumo quanto à dureza e quanto à dureza e qualidade	23
Quadro 4.1 - Coeficientes de escoamento em função da superfície de captação	42
Quadro 4.2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de reservatórios.....	47
Quadro 4.3 - Frequência da manutenção de cada etapa num sistema de aproveitamento de águas pluviais.....	49
Quadro 5.1 - População residente de cada distrito da região Norte	53
Quadro 5.2 - Poluição residente de cada distrito da região Centro	53
Quadro 5.3 - Poluição residente de cada distrito da região de Lisboa.....	53
Quadro 5.4 - Poluição residente de cada distrito da região do Alentejo.....	54
Quadro 5.5 - Poluição residente de cada distrito da região do Algarve	54
Quadro 5.6 - Área total de cada região	54
Quadro 5.7 - Área de cada classe de ocupação do solo em cada região em km ²	55
Quadro 6.1 - Função distribuição teórica em cada ano hidrológico para cada região	59
Quadro 6.2 - Classificação climática de acordo com a função distribuição teórica	60
Quadro 6.3 - Precipitação total média mensal (mm) em Portugal Continental no ano seco (2004/2005).....	61
Quadro 6.4 - Precipitação total média mensal (mm) em Portugal Continental no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)	63
Quadro 6.5 - Volume total consumido em cada região de Portugal Continental	65
Quadro 6.6 - Volume total de água aproveitado em cada região de Portugal Continental no ano seco (2004/2005).....	66
Quadro 6.7 - Volume total de água aproveitado em cada região de Portugal Continental no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)	66
Quadro 6.8 - Caracterização da habitação em estudo	67
Quadro 6.9 - Valores máximos e mínimos de precipitação anual em cada região de Portugal Continental no ano seco (2004/2005).....	67
Quadro 6.10 - Volume de água aproveitado anualmente e respectivas percentagens de aproveitamento pela habitação em cada região no ano seco (2004/2005).....	68
Quadro 6.11 - Volume de água aproveitado mensalmente pela habitação em cada região no ano seco (2004/2005).....	69
Quadro 6.12 - Percentagens mensais de aproveitamento de água pela habitação em cada região no ano seco (2004/2005)	69
Quadro 6.13 - Valores máximos e mínimos de precipitação anual em cada região de Portugal Continental no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)	70
Quadro 6.14 - Volume de água aproveitado anualmente e respectivas percentagens de aproveitamento pela habitação em cada região no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)	70
Quadro 6.15 - Volume de água aproveitado mensalmente pela habitação em cada região no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)	71

Quadro 6.16 - Percentagens mensais de aproveitamento de água pela habitação em cada região no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)	71
Quadro 6.17 - Tarifas médias de cada região de Portugal Continental desde 2004 a 2013.....	72
Quadro 6.18 - Tarifa média para cada região de Portugal Continental	73
Quadro 6.19 - Poupança nos custos da água para cada região de Portugal Continental no ano seco	73
Quadro 6.20 - Poupança nos custos da água para cada região de Portugal Continental no ano húmido	74
Quadro 6.21 - Poupança nos custos da água para cada região de Portugal Continental no ano húmido tendo em conta os consumos possíveis de substituir por água pluvial	75
Quadro 6.22 - Valor facturado de água do mês de Fevereiro de 2013 e Fevereiro de 2014.....	75

Lista de Abreviaturas

ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
APA – Agência Portuguesa do Ambiente
AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CAG – Carvão Activado Granulado
CAP – Carvão Activado em Pó
CBO – Carência Bioquímica de Oxigénio
COT – Carbono Orgânico Total
CQO – Carência Química de Oxigénio
DL – Decreto-Lei
ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais
FAO – *Food and Agriculture Organization*
INAG – Instituto Nacional da Água
IWMI – *International Water Management Institute*
ODM – Objectivos de Desenvolvimento do Milénio
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
PEASSAR II – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais
PNA – Plano Nacional da Água
PNUEA – Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água
REA – Relatório do Estado do Ambiente
SAAP – Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial
UNFPA – *United Nations Fund for Population Activities*
WWF – *World Wide Fund*

1.Introdução

1.1. Objectivos

Esta dissertação tem como principal objectivo a contribuição do aproveitamento da água pluvial para usos urbanos não potáveis em Portugal Continental.

Além disso, tem ainda os seguintes objectivos específicos:

- Estimar, de forma expedita, o aproveitamento de água pluvial anual e mensal;
- Expor as vantagens e desvantagens de um sistema de aproveitamento de água pluvial;
- Incentivar a prática de aproveitamento de águas pluviais no nosso País, por forma a diminuir o desperdício de água e a evitar que Portugal enfrente uma situação de escassez hídrica.

1.2. Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em 8 capítulos, com a seguinte organização:

Capítulo 1 – Introdução. Nele são apresentados os objectivos e a estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica. Nele são abordadas as temáticas relacionadas com o crescimento da população, a problemática da escassez de água e os consumos de água. São também abordadas as temáticas sobre a qualidade da água (em termos das suas características organolépticas, físico-químicas e microbiológicas) e a poluição dos recursos hídricos.

Capítulo 3 – Aproveitamento da Água Pluvial. Nele é feita uma descrição geral sobre o aproveitamento da água pluvial em Portugal Continental. É também feita a caracterização de Portugal Continental em termos de clima, de precipitação e de escoamento. O capítulo termina com uma descrição sobre a qualidade da água e respectiva legislação.

Capítulo 4 – Caracterização dos Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial. Nele são apresentadas as principais etapas de um sistema de aproveitamento de águas pluviais - captação, transporte, filtração, armazenamento e distribuição. É também discutida a importância da manutenção desses sistemas.

Capítulo 5 – Metodologia. Neste capítulo é apresentada a metodologia referente ao estudo das estimativas do aproveitamento de água pluvial. Ainda neste capítulo, a mesma metodologia é aplicada a um caso de estudo particular.

Capítulo 6 – Resultados. Neste capítulo são apresentados os resultados relacionados com as estimativas do aproveitamento de água pluvial e do caso de estudo.

Capítulo 7 – Discussão. Neste capítulo são discutidos os resultados obtidos no Capítulo 6.

Capítulo 8 – Conclusões e considerações futuras. Neste capítulo são enumeradas as conclusões decorrentes do presente estudo e são apresentadas sugestões para desenvolvimentos futuros.

2.Revisão Bibliográfica

2.1. *Introdução*

Admite-se que a origem da vida tenha surgido na água. A água é a substância em maior quantidade na constituição dos seres vivos, sendo o ser humano composto por cerca de 70%, o que favorece a hipótese de uma origem da vida em meio aquoso.

O homem primitivo começou a fazer uso da água e rapidamente reconheceu a sua dependência, sendo hoje em dia um recurso essencial à vida. A água como fonte e meio de vida entra na composição não só de todos os seres vivos mas também das rochas, solos e ar (Ramos, 2005), estando em constante movimento (ciclo da água).

Inicialmente, a água começou por ser usada em consumos domésticos e na agricultura, vindo a ser utilizada mais tarde em actividades industriais. A primeira preocupação das populações era a ocupação de locais junto de rios ou lagos, para facilmente satisfazerem os seus consumos de água. Na Idade Média, com a evolução das populações e mudança das condições económicas e sociais, o trabalho manual foi sendo substituído por máquinas movimentadas a água. Nos séculos X e XI já se utilizava a roda de água para diversas actividades, aproveitando a energia hidráulica. Desta forma, substituiu-se o trabalho animal pelo mecânico. A roda de água servia principalmente para elevar a água e moagem de grãos.

Com o crescimento da população e com o desenvolvimento científico e tecnológico (século XIX e XX) o Homem conseguiu obter técnicas mais eficazes, construindo condutas resistentes a pressões elevadas, permitindo o domínio de grandes caudais. Na sequência da ideologia da roda de água, surgem as turbinas hidráulicas e as bombas rotativas, que produzem energia hidroeléctrica com a passagem da água.

A evolução do uso da água tem sido constante e a preocupação em obter água potável suficiente para a população tem vindo a aumentar ao longo dos anos. Estes factores contribuíram para o aparecimento dos sistemas de abastecimento de água.

Actualmente os sistemas de abastecimento de água são constituídos por captação, estação de tratamento de águas (ETA), reservatório, estação elevatória, adução e distribuição. A principal função é assegurar a fiabilidade do consumo em termos quantitativos e qualitativos. Assim, para além da desinfecção final realizada na ETA, e dependendo da extensão da rede de distribuição, podem existir pontos de recloragem por forma a garantir a qualidade microbiológica da água.

A monitorização da qualidade da água é orientada por normas legais. Através da monitorização é possível detectar alterações na água e distúrbios ou anomalias no funcionamento dos vários órgãos de tratamento.

O Decreto-Lei (DL) n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água), tem como objectivo primordial a gestão sustentável das águas e a sua protecção, pelo que é exigido que as actividades que tenham impacte significativo no estado das águas só possam ser exercidas mediante um título de utilização, tal como estipula o artigo 56.º da referida Lei (APA, 2013a).

A água para consumo humano pode ser de origem superficial ou subterrânea, e segundo as Directivas 75/440/CEE e 79/869/CEE, transpostas para o normativo nacional através do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, impõe diferentes etapas de tratamento consoante a origem e a tipologia da água bruta. O processo de tratamento incide sempre na melhor qualidade da água, de modo a diminuir os custos implícitos. O referido DL estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio hídrico e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Consequentemente, a utilização dos recursos hídricos por particulares pode estar sujeita a autorização, quando se trata de captações, construções e implantação de infra-estruturas. Além disso, licença no caso de rejeição de águas residuais, imersão de resíduos, recarga e injeção artificial em águas subterrâneas, extracção de inertes e aterros ou escavações (APA, 2013a).

O Decreto-Lei n.º 236/98 fixa ainda no Anexo I, três níveis decrescentes de qualidade: A1 (tratamento físico e desinfecção), A2 (tratamento físico e químico e desinfecção) e A3 (tratamento físico, químico de afinação e desinfecção) que correspondem a processos distintos de tratamento para a produção de água para abastecimento. O tratamento físico significa ausência de qualquer adição de reagente, ou seja, existe apenas uma barreira física ou acção da gravidade, enquanto no tratamento químico já existe adição de reagentes que desencadeiam reacções químicas. No que se refere ao tratamento químico de afinação, este engloba processos físicos e químicos como é o caso do carvão activado granulado (CAG) ou o carvão activado em pó (CAP). A desinfecção é um processo de destruição/inactivação de microrganismos causadores de doenças transmitidas pela água.

A qualidade da água destinada ao consumo humano é normalizada pelo Decreto-lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto que tem por objectivo garantir a salubridade da água caracterizada pela ausência de microrganismos patogénicos ou substâncias químicas em concentrações que constituam um perigo potencial para a saúde humana (Mansilha *et al.*, 2013).

Como referido anteriormente, a água para abastecimento pode ser de origem superficial ou de origem subterrânea. As águas superficiais permitem, geralmente, maiores caudais de captação do que as águas subterrâneas, embora possam apresentar uma qualidade inferior. Por essa razão, o tratamento de água de origem superficial requer mais etapas de tratamento. A título de exemplo, apresenta-se na Figura 2.1 uma sequência de operações e processos unitários que podem constituir um sistema de tratamento de uma água de origem superficial.

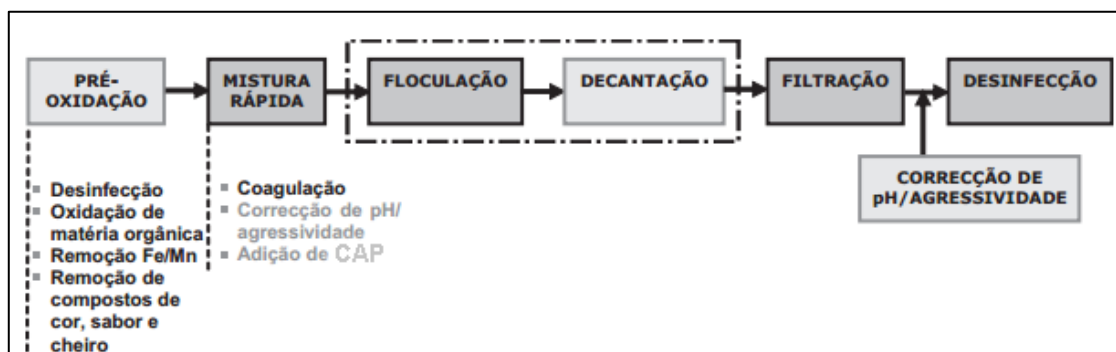


Figura 2.1 - Tratamento de água de origem superficial em Portugal (Fonte: Vieira *et al.*, 2007)

Em relação à água subterrânea, o Decreto-lei n.º 208/2008 de 28 de Outubro estabelece o regime de protecção destas águas contra a poluição e deterioração, transpondo para a ordem jurídica interna a directiva n.º 2006/118/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro (Mansilha *et al.*, 2013).

Normalmente, a água subterrânea apresenta uma melhor qualidade, sobretudo por estar confinada pelo solo, o qual serve de filtro. De um modo geral, a água subterrânea contém um teor baixo em oxigénio dissolvido, possuindo apenas algumas substâncias tais como, dióxido de carbono (CO₂), ferro, manganês, amónia ou ácidos húmicos e, excepcionalmente, nitratos e pesticidas (em zonas onde existe prática de agricultura intensiva) (UNESCO, 2012a). Os sistemas de tratamento associados a estas origens têm uma menor complexidade. Na Figura 2.2, apresenta-se um possível sistema de tratamento que poderá estar associado a uma água de origem subterrânea que apresente elevado teor em CO₂ e em ferro.

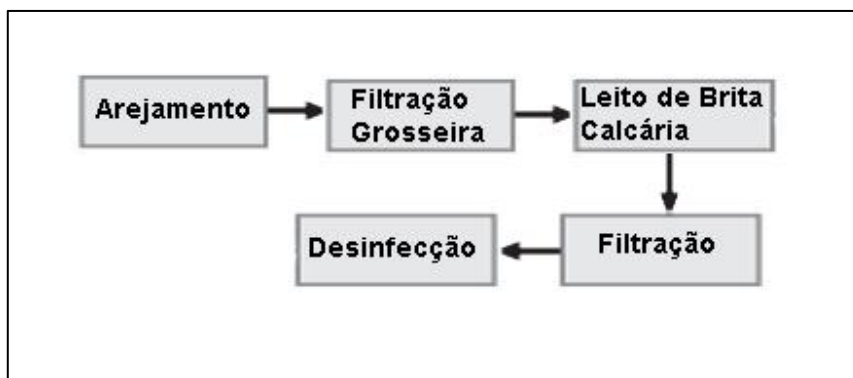


Figura 2.2 – Sistema de tratamento de uma água subterrânea com elevado teor em CO₂ e ferro

2.2. Evolução da população

Actualmente assiste-se a um grande crescimento populacional. O rápido crescimento da população mundial teve início em 1950, com reduções da mortalidade nas regiões menos desenvolvidas, o que resultou numa população estimada em 6,1 mil milhões no ano de 2000, quase duas vezes e meia a população de 1950. Em 2011, a população mundial atingiu os 7 mil milhões e pressupõe-se que em 2025 atinja os 8,1 mil milhões, sendo que em 2050 atingirá os 9,6 mil milhões (UN, 2013). A Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que a Europa atinja os 740 milhões em 2025.

De acordo com o Relatório sobre a Situação da População Mundial (UNFPA, 2011), a Ásia permanecerá como a mais populosa área geográfica mundial durante o século XXI (Figura 2.3). Em 2011, 60% da população mundial vivia na Ásia e 15% em África. Em 2025, a Índia terá 1,46 mil milhões de habitantes, superando a China (1,39 mil milhões). No entanto, a população africana vem crescendo a uma taxa de 2,3% ao ano, mais do que o dobro da população asiática (1% ao ano). Segundo a projecção média da ONU, a população de África irá de 1,1 mil milhões para 2,4 mil milhões em 2050 e, potencialmente, atingirá os 4,2 mil milhões por volta de 2100 (UN, 2013).

As populações de outras áreas geográficas (Américas, Europa e Oceânia) em conjunto chegaram a 1,7 mil milhões em 2011 e, de acordo com as projecções, poderão alcançar quase 2 mil milhões em 2060. Um grande contraste em relação às regiões da Ásia e África.

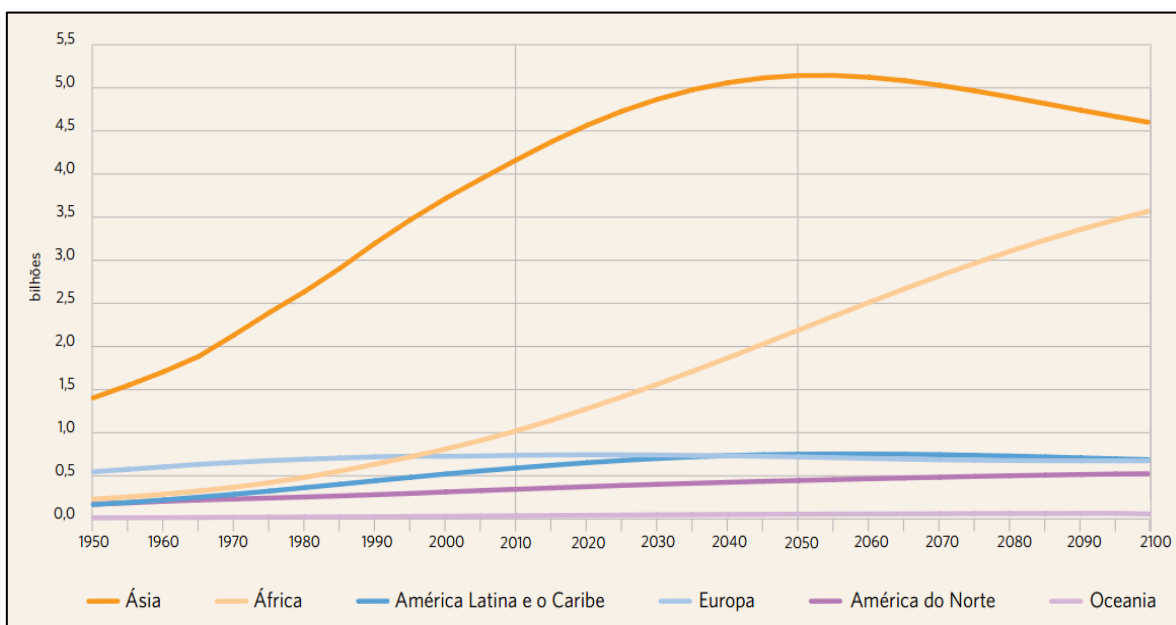


Figura 2.3 - Evolução e projecção da população no Mundo até ao ano 2100 (Fonte: UNFPA, 2011)

Apesar de se verificar um crescimento da população, a taxa de fecundidade, em termos gerais, tem vindo a diminuir. No Leste Asiático, a taxa de fecundidade total era de cerca de 6 filhos por mulher em 1950 e, hoje, é de apenas 1,6, um valor muito abaixo do “nível de reposição”, de 2,1 filhos. Em algumas partes de África, houve apenas uma ligeira queda na fecundidade total que permanece actualmente em mais de 5 filhos por mulher (UNFPA, 2011). A população do resto do mundo deverá crescer um pouco mais de 10% entre 2013 e 2100. Em oposição, a população da Europa deverá diminuir em 14%. A fertilidade na Europa aumentou de 1,5 filhos por mulher em 2005-2010, para 1,8 em 2045-2050 e para 1,9 em 2095-2100, ficando ainda abaixo do “nível de reposição” (UN, 2013).

Em relação à expectativa de vida no mundo, aumentou de 47 anos em 1950-1955, para 69 anos em 2005-2010 e está projectado para atingir os 76 anos em 2045-2050 e os 82 anos em 2095-2100 (UN, 2013).

No que diz respeito a Portugal, em 2011 atingiu os 10,6 milhões de habitantes (Figura 2.4), evidenciando um crescimento de 1,9% em relação a 2001, de acordo com os Censos 2011. No entanto, as grandes cidades continuaram a perder população, verificando uma queda de 9,7% no Porto, e de 3,4% em Lisboa. A taxa de fecundidade de Portugal em 2011 era de 1,35 filhos por mulher, sendo uma das piores do mundo. Estima-se que em 2060, Portugal chegue aos 10,7 milhões de habitantes (Figura 2.4).

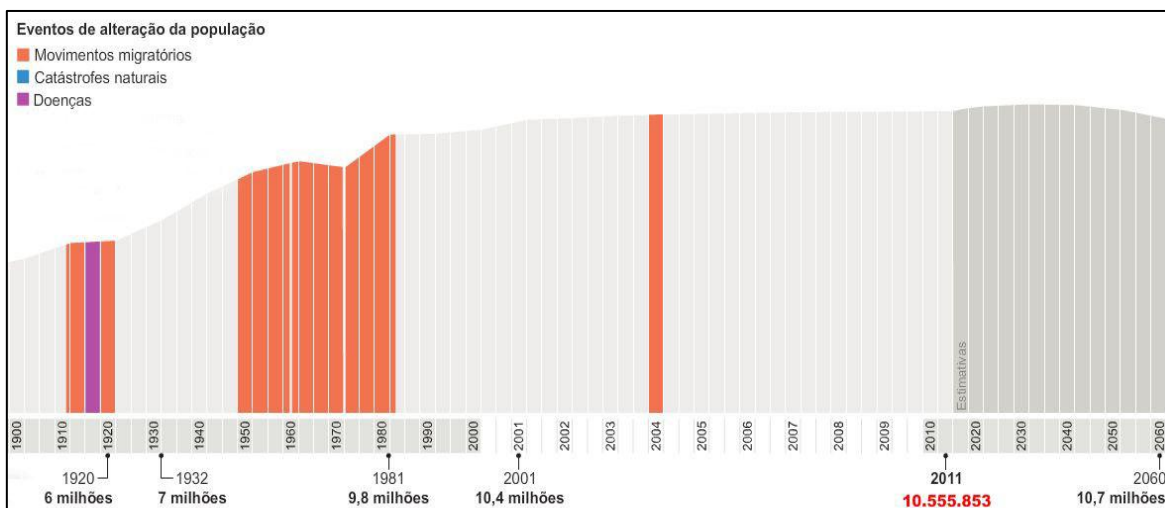


Figura 2.4 - Evolução e projecção da população em Portugal até ao ano 2060 (Fonte: Rolim, 2011)

2.3. Escassez de água no Mundo

Segundo a ONU (UN-Water, 2013), o volume total de água na Terra é de cerca de 1,4 mil milhões de km³. Como se pode verificar da análise da Figura 2.5, o volume de água salgada é de 97,5%, sendo o volume de água doce de apenas 2,5% do volume total de água. Dessa pequena fracção de água doce, 70% está na forma de gelo e neve nas regiões da Antárctida e no Ártico, enquanto 30% está armazenada na forma de água subterrânea. Lagos e rios correspondem somente a 0,3% da água doce. Contudo, o abastecimento de água doce utilizável para os ecossistemas e para o homem é inferior a 1% de todos os recursos de água doce (UNEP, 2008).

A água é um recurso natural essencial à vida na Terra e é utilizada em diversas actividades do nosso dia-a-dia. O crescimento demográfico e a crescente procura de água potável tornam cada vez mais difícil a satisfação das necessidades de água, resultando até, por vezes, na escassez da mesma. O ser humano é consumidor de recursos naturais a uma taxa insustentável, onde o consumo de água ultrapassa os valores mínimos de reposição. Actualmente, a carência de água é um conceito abstracto para muitos e uma dura realidade para outros, sendo um resultado de forças ambientais, políticas, económicas e sociais (National Geographic, 2013a).



Figura 2.5 - Repartição da água (Fonte: Adaptado de UN-Water, 2013)

A escassez de água já afecta quase todos os continentes, devido ao crescente consumo de água, que se regista como o dobro em relação ao crescimento da população (UN-Water, 2010). Outros factores contribuem para a escassez de água, tais como a contínua degradação dos recursos hídricos e desperdícios. Em conjunto, estes factores conduzirão à falta de água para as gerações futuras. Actualmente, algumas pessoas em África, predominantemente mulheres, podem andar até 10 horas por dia para recolher água e, em seguida, passar horas a ferver a água para purificá-la e torná-la potável (WWO, 2010). Em 2012, muitos países já se encontravam em risco extremo no que respeita a stress hídrico, isto é, em risco de a procura de água por habitante ser maior que a capacidade de oferta. É o caso do Bahrein, Qatar, Kuwait, Líbia, Djibouti, Emirados Árabes Unidos (U.A.E), Iêmen, Arábia Saudita, Omã e Egipto (Figura 2.6)

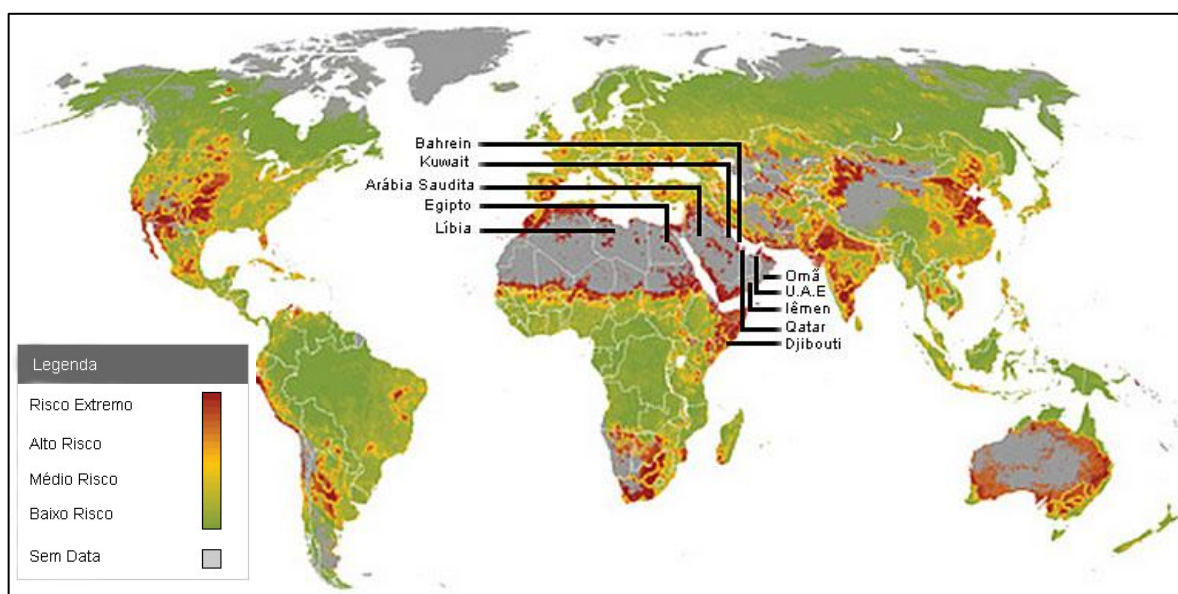


Figura 2.6 - Variação do índice de stress hídrico no Mundo (Fonte: Adaptado de Maplecroft, 2012)

As condições de escassez são intensificadas com a alteração do ciclo hídrico provocado pelas alterações climáticas, bem como pela descarga de águas residuais domésticas, industriais e agrícolas não tratadas, que são lançadas diariamente nos rios, contribuindo assim para a intensificação da poluição das águas superficiais e também subterrâneas.

É importante distinguir a escassez de água física e a escassez de água económica. A escassez de água física ocorre quando o consumo de água excede a disponibilidade desta. Enquanto a escassez de água económica está relacionada com questões humanas e financeiras que limitam o acesso à água potável, apesar dos recursos hídricos estarem disponíveis. Grande parte dos países em desenvolvimento sofrem deste tipo de escassez de água, como é o caso do continente africano.

A água potável, segura e adequada é vital para a sobrevivência de todos os organismos vivos e para o funcionamento dos ecossistemas e comunidades (UN-Water, 2010). Em grande parte dos países em desenvolvimento, a água potável ou é difícil de encontrar ou é um produto que exige trabalho (National Geographic, 2013a). Todos os anos morrem mais pessoas em consequência da contaminação da água do que por violência, incluindo a guerra. Anualmente morrem cerca de 1,7 milhões de pessoas de doenças relacionadas com a água e mais de 90% dessas pessoas são crianças com idades inferior a cinco anos (UNEP, 2012).

De acordo com o Programa da ONU, citado por Afonso (2012), cada habitante do nosso planeta dispunha de 9 000 m³ de água doce há cerca de 20 anos, 7 800 m³ há cerca de 10 anos e disporá de apenas 5 100 m³ em 2025, sem esquecer a sazonalidade, a irregularidade da distribuição e os prováveis efeitos das alterações climáticas. Isto significa que 40% da população do mundo vive actualmente em áreas de stress hídrico e que, em 2025, esse valor crescerá para os 65%. Em 2025, 1,8 mil milhões de pessoas estarão a viver em países ou regiões com escassez de água absoluta (FAO, 2013).

Por outro lado, num discurso dirigido à sessão plenária da Semana Mundial da Água, em Estocolmo, o Vice Secretário-Geral Jan Eliasson afirmou que o mundo tinha atingido a meta em termos dos melhores acessos de água, mas que a qualidade da água continuava a não respeitar os padrões básicos considerados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (UNRIC, 2013). Ou seja, a melhoria das condições de acesso à água não significa que as pessoas bebam água potável, porque a água pode ser contaminada na fonte, no sistema de distribuição, ou mesmo durante a colheita, transporte ou armazenamento (Wright *et al.*, 2004).

Actualmente, cerca de 2,5 mil milhões de pessoas têm falta de instalações de saneamento, e 768 milhões de pessoas ainda usam fontes de água impróprias para consumo (UNICEF, 2013). Até ao final do ano de 2011, 89% da população mundial já tinha acesso a água potável e apenas 4% da população urbana possuía acessos não melhorados (WHO e UNICEF, 2013). A Figura 2.7 mostra que África é o continente com piores acessos a água potável, existindo países em que menos de 50% da população tem esse benefício.

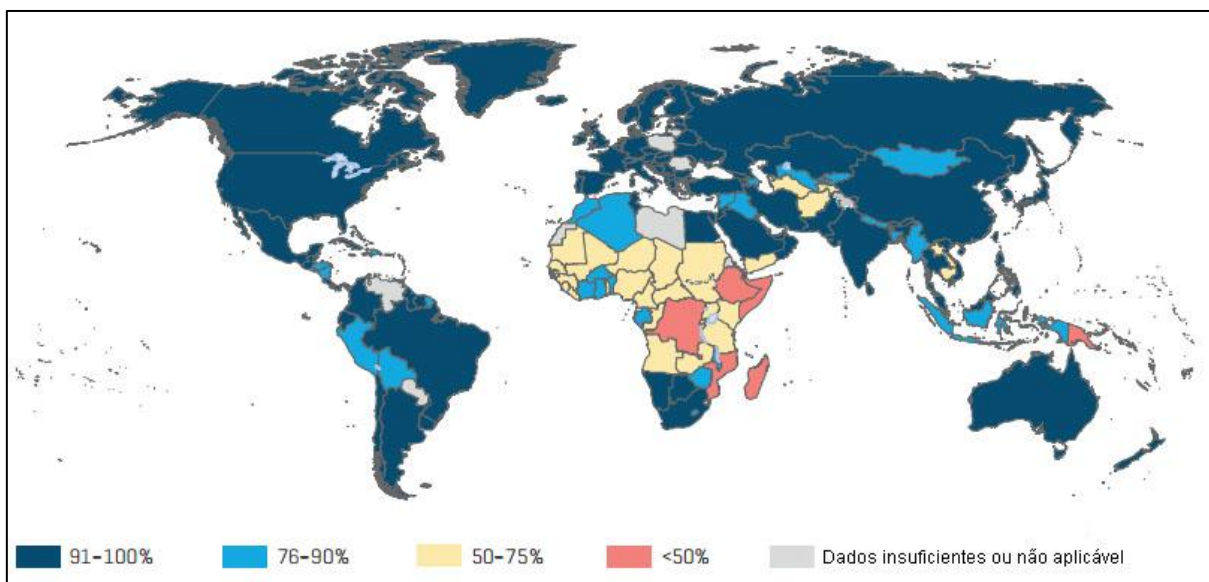


Figura 2.7 - Proporção da população com melhores acessos à água potável em 2011 (Fonte: Adaptado de WHO e UNICEF, 2013)

2.4. Consumos de água

A quantidade de água pluvial que cai sobre a terra é quase 110 000 km³ por ano. Quase dois terços dessa quantidade evaporam ou perdem-se por evapotranspiração. Os restantes 40 000 km³ por ano são convertidos em escoamento superficial (alimentando rios e lagos) e infiltração, que contribui para a recarga das águas subterrâneas (Aquastat, 2013).

Actualmente, os recursos hídricos são importantes em diversas actividades económicas, como é o caso da produção agrícola. Este facto é comprovado pelo consumo de água, verificando-se na Europa que um terço é da responsabilidade do sector agrícola (EEA, 2012). A água utilizada na agricultura (irrigação e produção de alimentos) constitui uma das maiores pressões sobre os recursos de água doce, correspondendo a um consumo de 70% da água doce mundial. O consumo de água pela indústria é de 19%, sendo que apenas 11% representa os consumos municipais (Figura 2.8). No entanto, esses valores são influenciados por países que têm consumos elevados na área da agricultura e, por conseguinte, a média de proporção de cada país é de 59% para a agricultura, 18% para a indústria e 23% para os consumos municipais (Figura 2.8) (Aquastat, 2013).

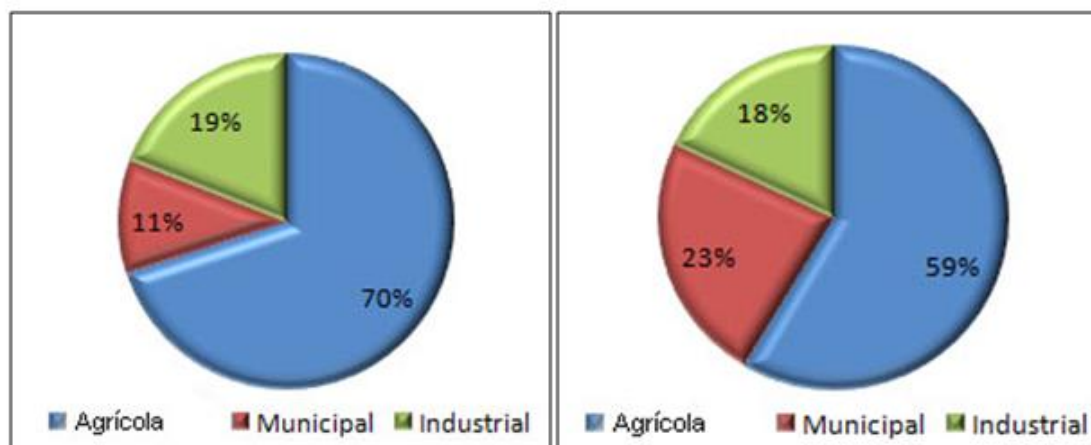


Figura 2.8 - Consumos globais totais (Esquerda) e consumos globais médios (Direita) (Fonte: Adaptado de Aquastat, 2013)

A taxa de consumo de água do mundo duplica a cada 20 anos, ultrapassando por duas vezes a taxa de crescimento da população (UN-Water, 2010). Em muitos países, não apenas nos países em desenvolvimento, a disponibilidade de água para a agricultura já é limitada e incerta, e futuramente deverá piorar (UNESCO, 2012b). Ao longo das últimas cinco décadas, a terra arável (terra que pode ser usada para o cultivo) mundial aumentou em 67 milhões de hectares, resultado do aumento de 107 milhões de hectares por parte dos países em desenvolvimento e por outro lado, a diminuição de 40 milhões de hectares nos países desenvolvidos (FAO, 2012). Isto significa a expansão da agricultura mundial e, consequentemente, o crescimento do consumo de água neste sector.

Estima-se um aumento de 19% em 2050 no consumo de água para a agricultura, sendo ainda maior na ausência de qualquer progresso tecnológico ou de intervenção política (UNESCO, 2013). Na Figura 2.9 mostra-se a água extraída para cada sector, sendo que, para a agricultura é extraída maior quantidade de água face aos outros sectores (doméstico e industrial) em todos os continentes, com a excepção da Europa. No entanto, a água extraída nem sempre corresponde à quantidade de água consumida.

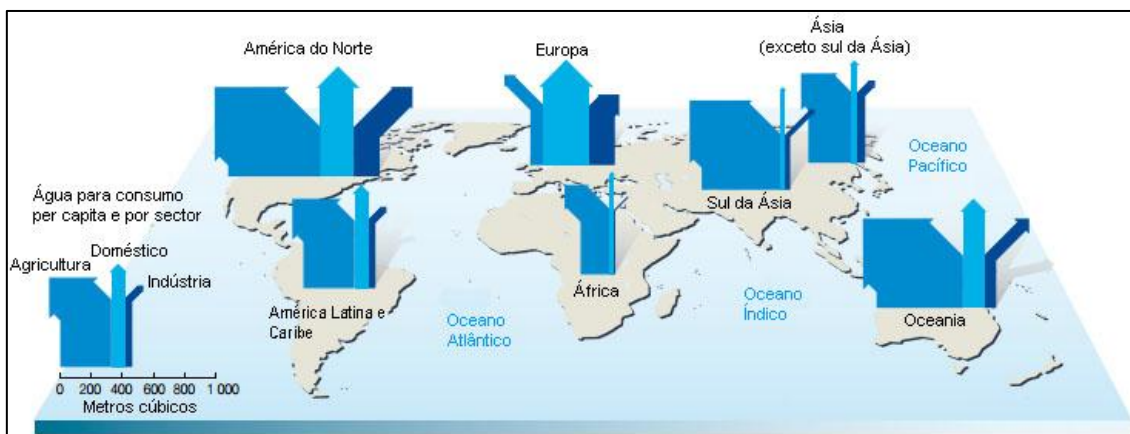


Figura 2.9 – Água extraída no mundo per capita e por sector (Fonte: Adaptado de UNEP, 2010)

Em Portugal Continental são utilizados, em média, 20% dos recursos hídricos disponíveis, sendo que 75% são utilizados no consumo anual da agricultura. A utilização da água em consumo urbano e industrial representa uma pequena fracção da totalidade, respectivamente, 6% e 4%, (Figura 2.10). O Plano Nacional da Água (PNA) estima que o consumo de água para a agricultura seja cerca de 6550 hm³/ano (INE, 2011).

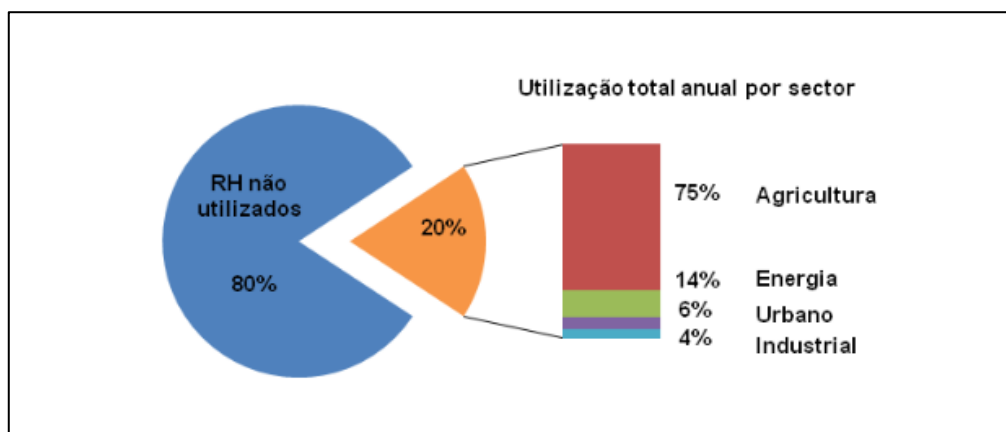


Figura 2.10 - Utilização total anual dos recursos hídricos em Portugal Continental dividido por sector (Fonte: INAG, 2001)

Apenas 37% do total de água consumida corresponde a uma captação de água superficial e 63% de água subterrânea (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 - Consumos de água superficial e subterrânea em Portugal Continental (Fonte: INAG, 2001)

	Água superficial		Água subterrânea	
	km ³ /ano	%	km ³ /ano	%
Irrigação	2,34	36	4,21	64
Urbano	0,21	37	0,35	63
Indústria	0,21	54	0,18	46
Total	2,76	37	4,74	63

De acordo com o PNA, cerca de 85% da população residente no continente é abastecida por água potável, o que corresponde a um valor de consumo de cerca de 560 hm³/ano. O valor da capitação varia entre 130 L/hab.dia e 530 L/hab.dia (INE, 2011).

Segundo a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), em Portugal seriam necessários “dois planetas” para manter o padrão médio de consumo de cada português, dado que o país tem uma pegada ecológica média de 4,4 hectares e uma bio capacidade (a quantidade de água que está disponível para atender às necessidades da humanidade) de apenas 1,2 hectares. Em relação à pegada hídrica (a 6ª maior do mundo), a situação é também preocupante. Entende-se por pegada hídrica o volume total de água doce que é utilizado para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo. Portugal apresenta um indicador de 2,26 milhões de litros por habitante e por ano (Afonso, 2012).

Numa habitação, os usos na casa de banho são os que têm um papel mais significativo no consumo de água. Os gastos nos autoclismos em conjunto com os duches/banhos ocupam 60% do consumo total. As torneiras contabilizam 16%, a máquina da roupa 8% e apenas 2% a máquina da louça (Figura 2.11). As perdas representam 4%, uma pequena parcela do consumo total. Porém, essas perdas podem tornar-se consideráveis ao longo do tempo e estão relacionadas com a selecção inadequada de materiais, ou à montagem incorrecta dos sistemas de abastecimentos. Em muitas habitações são aplicadas tubagens de fraca qualidade que possuem uma resistência frágil aos agentes químicos e a temperaturas elevadas (Lopes, 2010).

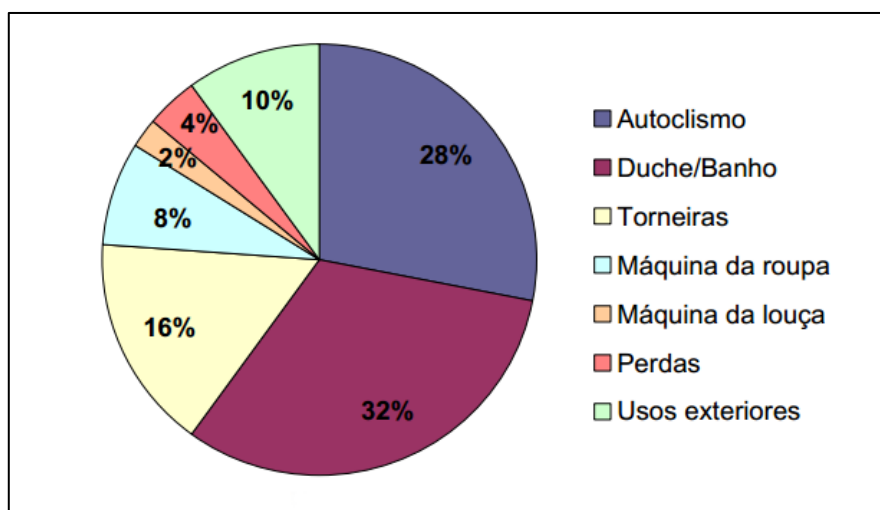


Figura 2.11 - Consumos numa habitação com usos exteriores (Fonte: Almeida et al., 2006)

Em termos quantitativos, os gastos nos autoclismos em conjunto com os duches/banhos gastam cerca de 92 L. No que diz respeito à máquina de lavar roupa pode gastar cerca de 17 L, a rega do jardim cerca de 11 L e a limpeza e lavagem do carro cerca de 3L. Posto isto, pode-se considerar que metade dos consumos de água numa habitação são do tipo não potável, tornando-se evidente a importância do aproveitamento da água pluvial (Figura 2.12).

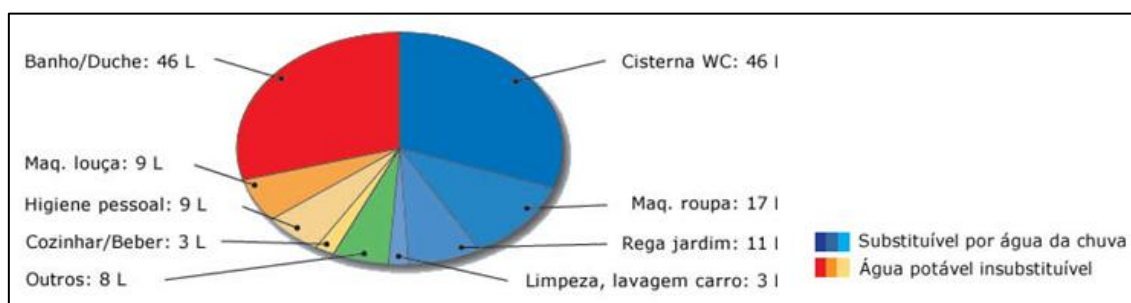


Figura 2.12 - Distribuição do consumo de água diário numa habitação por cada pessoa (Fonte: GRAF, 2008)

O sector doméstico e qualquer outro sector contêm perdas e a água captada nunca é totalmente aproveitada, existindo perdas no sistema de armazenamento, transporte e ineficiências durante o seu uso. É um facto que o sector agrícola é o maior consumidor de água. No ano 2000, este sector utilizava apenas 60% da água captada, apresentando perdas de 40%. O consumo industrial tinha uma perda de 30% e o consumo urbano de 40% (Figura 2.13).

Em termos de valores, Portugal apresentava um desperdício de 3 100 000 000 m³/ano e com um custo de 728 000 000 €/ano (Portal da água, 2010). Embora de 2000 a 2009 se tenha verificado um aumento na eficiência da utilização da água, existe ainda uma parcela de desperdício

associada à ineficiência de usos e perdas (PNUEA, 2012). O sector agrícola foi o menos eficiente, apresentando um desperdício de 37,5% em 2009. Quanto ao sector urbano e industrial, sofreram uma redução significativa nas perdas de água, 25% e 22,5%, respectivamente (Figura 2.13).

A ineficiência é especialmente ofensiva em períodos de escassez hídrica, principalmente no sector agrícola, com a agravante de Portugal já ter atravessado vários períodos de seca, tendo, a mais recente, sido registada em 2004/2005 (PNUEA, 2012).

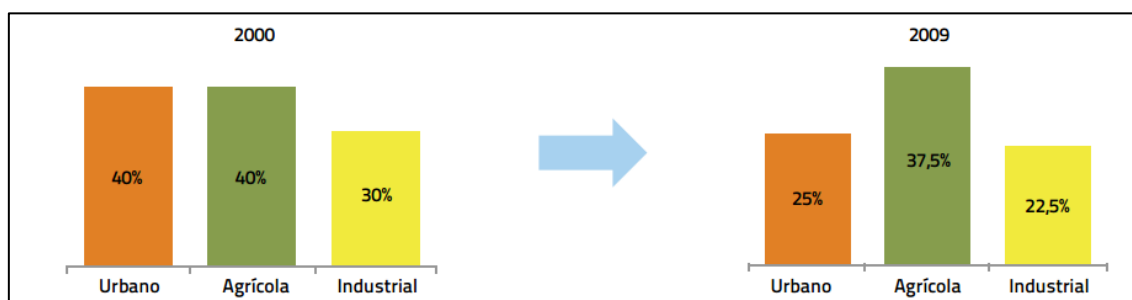


Figura 2.13 - Ineficiência nacional no uso da água por sector entre o ano 2000 e 2009 (Fonte: PNUEA, 2012)

O Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) estipulou medidas para 2020 no sentido de minorar o desperdício de água. Por outras palavras, o sector urbano é obrigado a uma diminuição de ineficiência para 20%, 35% para o sector agrícola e 15% para o sector industrial (Figura 2.14).

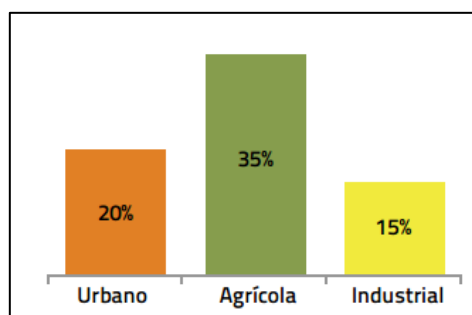


Figura 2.14 - Meta PNUEA de redução de consumos para 2020 (Fonte: PNUEA, 2012)

Em termos quantitativos, a utilização de água nacional (superior a 10 km³) é ainda inferior à disponibilidade (16 km³). Contudo, situações como a sazonalidade e a irregularidade da distribuição espacial deste recurso (para além das prováveis alterações climáticas) levam a que em algumas regiões do país se verifiquem situações crescentes de carência (Afonso, 2012).

2.5. *Qualidade da água para consumo humano*

A água como recurso natural adquire propriedades e características ao longo do espaço e do tempo que a tornam imprópria para consumo. O seu percurso superficial ou subterrâneo pode transportar substâncias ou impurezas orgânicas ou inorgânicas. A potabilidade da água é aferida de acordo com os valores paramétricos que são estabelecidos para cada parâmetro segundo o Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto. Esse DL estabelece o regime de qualidade da água destinada ao consumo humano, de modo a proteger a saúde humana de efeitos prejudiciais que possam resultar na eventual contaminação da água.

Relativamente aos objectivos e metas da qualidade da água para consumo humano, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2012) menciona que se deve:

- Assegurar a disponibilização tendencialmente universal de água salubre, limpa e desejavelmente equilibrada na sua composição;
- Proceder ao controlo regular e frequente de todos os componentes do sistema de abastecimento por forma a garantir a qualidade da água destinada ao consumo humano na torneira do consumidor;
- Atingir uma frequência de amostragem de 100%, isto é, realizar todas as análises regulamentares obrigatórias;
- Atingir o valor de 99% de água controlada e de boa qualidade até 2013 (objectivo preconizado no Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (PEASSAR II) para a água segura).

De acordo com a ERSAR (RASARP, 2012), a evolução da qualidade da água é obtida através da percentagem de análises em cumprimento dos valores paramétricos definidos no Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de agosto. A expressão é transcrita como:

$$\% \text{ de análises em cumprimento do VP} = \frac{N.^\circ \text{ de análises em cumprimento do VP}}{N.^\circ \text{ de análises realizadas com VP}^*} \times 100$$

*Refere-se a todos os parâmetros com valor paramétrico definido no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, excepto os parâmetros acrilamida, epicloridrina, cloreto de vinilo e radioactivos.

Segundo o Relatório do Estado do Ambiente (REA, 2012), em 2011, o valor de água segura, ou seja, água controlada e de boa qualidade, já era de 98% e a frequência das análises realizadas muito próximo dos 100%.

De 2004 para 2011 houve uma variação total positiva de 14,03% para o valor global do indicador de água segura. Esta melhoria é devida, essencialmente, ao aumento da percentagem de análises realizadas, podendo afirmar-se que em 2004 não eram realizadas cerca de 20% das análises regulamentares (RASARP, 2012). De um modo geral, ao longo dos anos é possível verificar uma grande evolução no abastecimento público de água, visto que em 1993 o valor de água segura era de apenas 50% (Figura 2.15).

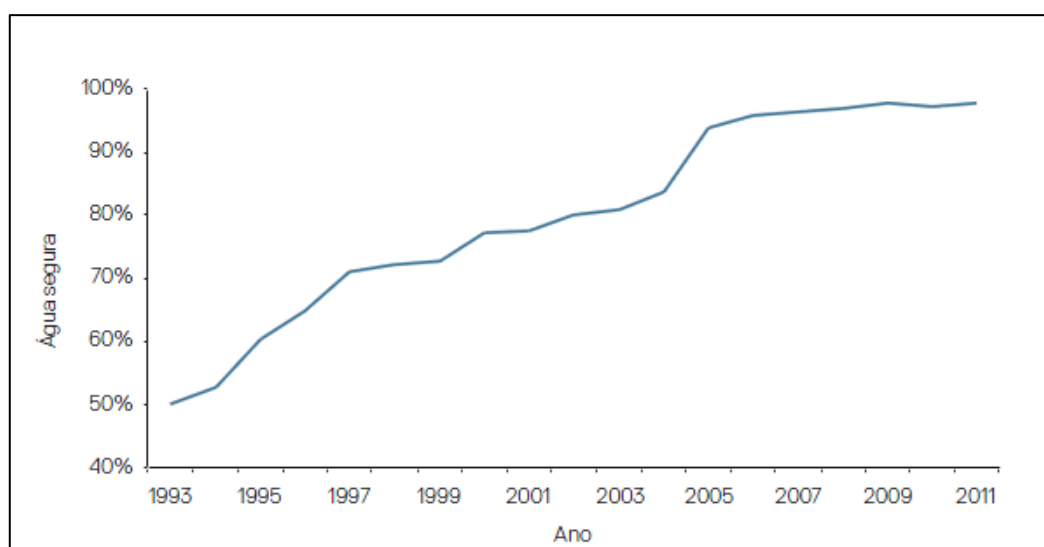


Figura 2.15 - Evolução da percentagem de água segura até 2011 (Fonte: RASARP, 2012)

No que diz respeito à percentagem de água segura nos concelhos de Portugal Continental, verifica-se que as regiões com menor percentagem situam-se no interior, principalmente no Norte de Portugal (Figura 2.16). Apenas 22 concelhos registaram um indicador de 100% de água segura em 2011 na torneira do consumidor, representado 8% do número total de concelhos de Portugal Continental (RASARP, 2012). Esta situação requer ainda um investimento adicional em acções e medidas que permitirão atingir a meta do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais para 2013 (PEAASAR II), isto é, de 99% para o indicador de água segura.

Os incumprimentos dos valores paramétricos ocorrem essencialmente nas pequenas zonas de abastecimento (que servem até 5000 habitantes), correspondendo a apenas 15,33% da população. Contudo, em todas as situações de incumprimento houve acompanhamento por parte das autoridades de saúde e da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) de forma a ser salvaguardada a saúde pública das populações (REA, 2012). Equitativamente, nas regiões com menos 50 mil habitantes, as entidades gestoras de distribuição de água não são

dotadas de recursos financeiros e técnicos como se verifica nos outros concelhos, resultando numa execução inferior à média nacional.

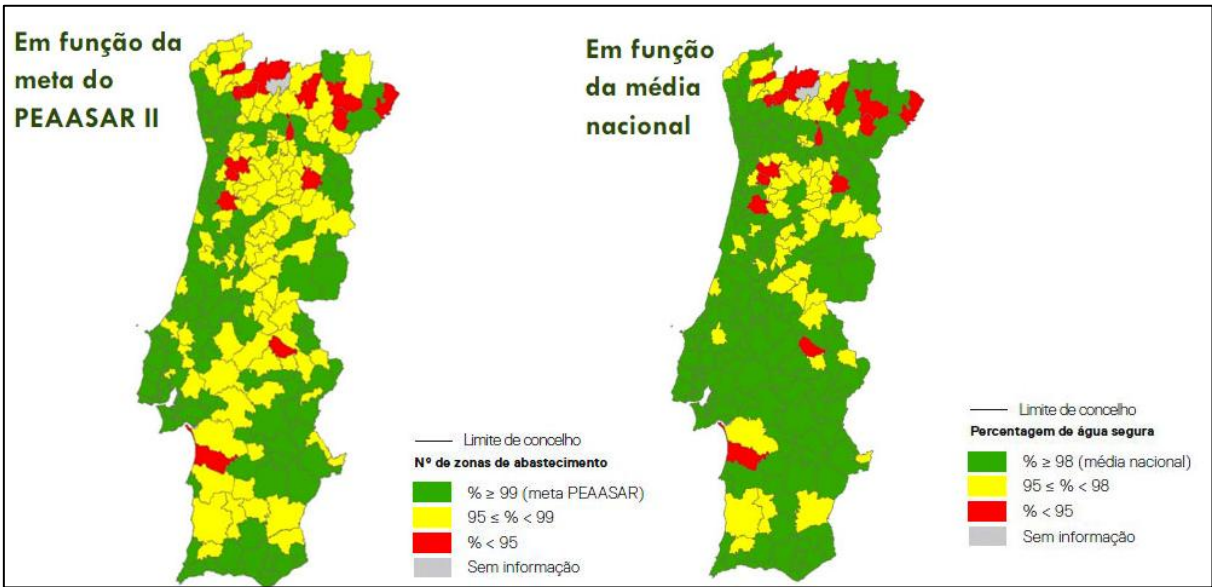





Figura 2.16 - Distribuição geográfica da percentagem de água segura (Fonte: RASARP, 2012)

Os indicadores de qualidade da água apresentam uma escala de três níveis de classificação baseados na meta indicado pelo PEAASAR II.

Para atingir 99% de água segura (meta preconizada pelo PEAASAR II) é necessário haver 100% de análises realizadas e 99% de cumprimento dos valores paramétricos especificados na legislação (Quadro 2.2).

Quadro 2.2 - Escala de classificação para os indicadores do controlo da qualidade da água (Fonte: RASARP, 2012)

	Análises realizadas (%)	Análises em cumprimento do valor paramétrico (%)	Água segura (%)
	100%	≥ 99%	≥ 99%
	< 100% e ≥ 95%	< 99% e ≥ 95%	< 99% e ≥ 95%
	< 95%	< 95%	< 95%

2.5.1. Características organolépticas

2.5.1.1. Cor

A cor é um parâmetro de aspecto estético e não apresenta risco para a saúde. Contudo, a qualidade da água pode ser questionada por parte da população sendo maioritariamente rejeitada pela cor apresentada.

A coloração da água é originada por sólidos em suspensão, dissolvidos e coloidais de natureza orgânica e inorgânica, que reduzem ou impedem a penetração da luz. Ou seja, a cor pode ser (Sousa, 2001):

- De origem natural inorgânica, devido à presença de compostos metálicos (principalmente de ferro e de manganês);
- De origem orgânica, animal ou vegetal;
- De origem industrial, devido à descarga de efluentes industriais.

A coloração da água também pode ser definida através de duas vertentes: cor aparente e cor real. A cor aparente é resultado dos sólidos em suspensão. A cor real resulta dos sólidos dissolvidos ou coloidais. A natureza das partículas que dão a cor real ou aparente à água determina o tipo de processo de remoção a adoptar. De acordo com o DL n.º306/07, o valor paramétrico referente à cor é de 20 mg/L PtCo.

2.5.1.2. Sabor e odor

A avaliação do sabor e odor de uma água é semelhante à avaliação da cor, através dos órgãos sensoriais. Do mesmo modo que o parâmetro da cor, quando a água apresenta sabor e odor fora do normal, rapidamente os consumidores a rejeitam.

O sabor e o odor podem ter origem natural, através da matéria orgânica em decomposição, microrganismos e gases naturais ou origem antropogénica, através de resíduos domésticos e industriais (Pereira, 2004). A detecção e quantificação dos parâmetros é muito difícil porque depende da sensibilidade dos sentidos humanos e essa sensibilidade varia de pessoa para pessoa, tendendo a diminuir com a constante exposição (Carvalho, 2008). O Quadro 2.3 mostra os valores paramétricos do cheiro e do sabor.

Quadro 2.3 - Valor paramétrico do sabor e odor (Fonte: Decreto-Lei n.º306/07)

Parâmetro	Valor paramétrico	Unidade
Cheiro, a 25°C	3	Factor de diluição
Sabor, a 25°C	3	Factor de diluição

2.5.2. Características físico-químicas

A avaliação da água para consumo humano tem por base o Decreto-Lei n.º 306/07, como referido anteriormente. Neste trabalho é uma vez que o objectivo não contempla o aproveitamento das águas pluviais para consumo directo, mas apenas para usos menos exigentes, considerou-se apenas os parâmetros de qualidade que se consideraram de maior relevância neste âmbito, tais como:

- Temperatura;
- Turvação;
- pH;
- Dureza;
- Oxigénio dissolvido;
- Oxidabilidade e carbono orgânico total;
- Cloretos.

2.5.2.1. Temperatura

A temperatura da água é um parâmetro de grande importância no que respeita à qualidade para consumo humano. O aumento da temperatura influencia o crescimento de microrganismos que são prejudiciais para a saúde humana e alteram a velocidade das reacções químicas. Da mesma forma, a disponibilidade do oxigénio dissolvido, a solubilidade e a toxicidade são afectados pelo aumento da temperatura.

2.5.2.2. Turvação

A turvação de uma água é causada pela presença de partículas coloidais e outros materiais em suspensão, tais como: argilas, areias, plâncton, matérias orgânicas e inorgânicas e outros organismos microscópicos.

A medição da turvação é conseguida pela interferência dos sólidos referidos, que absorvem e atenuam a passagem da luz. A variação de turvação numa água implica a alteração nas dosagens de coagulantes durante o processo de tratamento de águas. Por essa razão, a turvação revela-se

um indicador importante na monitorização, tanto ao nível da água bruta, como ao nível da distribuição, sendo possível verificar a existência de alguma ruptura, degradação das condutas ou tratamento inadequado.

O valor paramétrico para a turvação é de 4 UNT. No caso de águas superficiais, o valor paramétrico da turvação à saída do tratamento deve ser 1 UNT.

2.5.2.3. *pH*

Em função do valor de pH, a água é classificada como sendo ácida, neutra ou alcalina da seguinte forma:

- Águas ácidas, valores do pH menores do que 7;
- Águas neutras, valor do pH é igual a 7;
- Águas alcalinas, valores do pH maiores do que 7.

As águas ácidas contêm, normalmente, dióxido de carbono dissolvido (CO_2) que advém da atmosfera ou da matéria orgânica (animal ou vegetal) com que a água contacta (Sousa, 2001). As substâncias que tornam uma água alcalina são os hidróxidos (OH^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-).

Como é sabido, as águas ácidas são corrosivas e as águas alcalinas são incrustantes. De modo que, valores baixos de pH podem indicar corrosividade em canalizações e valores altos de pH podem apresentar um gosto desagradável e, por isso, por vezes rejeitadas pelo consumidor. Além disso, o pH é um factor importante em diferentes fases do tratamento da água, como o caso da coagulação/floculação, a desinfecção por cloro e a distribuição da água final. O valor paramétrico destinado ao consumo humano é $\geq 6,5$ e ≤ 9 . Por outro lado, e de acordo com o DL 306/2007, a água sem gás contida em garrafas ou outros recipientes, o valor mínimo de pH pode ser reduzido para 4,5 e para a água em garrafas ou outros recipientes, naturalmente rica ou artificialmente enriquecida em dióxido de carbono, o valor mínimo pode ser ainda mais baixo.

2.5.2.4. *Dureza*

A dureza de uma água é caracterizada principalmente pela presença de cationes metálicos bivalentes, cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). A existência destes cationes em maior ou menor quantidade indica o grau de dureza da água. Normalmente, os iões cálcio e magnésio surgem associados ao anião hidrogenocarbonato (HCO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}), cloreto (Cl^-) e nitrato (NO_3^-).

A dureza pode ser classificada em carbonatada e não-carbonatada. A dureza carbonatada ocorre quando os cátions cálcio e magnésio estão ligados ao hidrogenocarbonato. Quanto à dureza não-carbonatada, esta ocorre quando cátions cálcio e magnésio estão ligados aos sulfatos, cloretos, nitratos, etc. De acordo com o Quadro 2.4, uma água doce natural é geralmente muito macia, podendo apresentar valores muito mais elevados, sem qualquer risco para a saúde (Peixoto, 2008). A dureza das águas naturais varia consideravelmente de lugar para lugar, sendo em geral a dureza das águas superficiais menor do que a das águas subterrâneas (Sousa, 2001).

É desejável que a dureza total em carbonato de cálcio esteja compreendida entre 150 e 500 mg/L CaCO_3 , ou seja, uma água deve ser macia a moderadamente dura segundo a classificação abaixo (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 - Classificação das águas de consumo quanto à dureza e quanto à dureza e qualidade (Fonte: Peixoto, 2008)

Quanto à dureza		Quanto à dureza e qualidade	
Tipo de água	Dureza (mg/L CaCO_3)	Tipo de água	Dureza (mg/L CaCO_3)
Muito macias	0 a 60	Boa qualidade	< 150
Macias	60 a 150	Qualidade média	150 a 300
Medianamente duras	150 a 300	Qualidade aceitável	300 a 600
Duras	> 300	Difícil amaciamento	> 600

2.5.2.5. Oxigénio dissolvido

O oxigénio é um dos gases dissolvidos na água, sendo um elemento relevante para a sobrevivência dos seres vivos e manutenção das suas actividades metabólicas, como o crescimento, reprodução e também para processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais.

As principais fontes na introdução de oxigénio na água são a atmosfera e a fotossíntese. Contrariamente, o consumo na decomposição da matéria orgânica (oxidação), as perdas para a atmosfera, nitrificação, respiração e oxidação química abiótica de substâncias são as fontes essenciais de perda de oxigénio da água.

A solubilidade de oxigénio dissolvido é influenciada pelos seguintes factores: pressão atmosférica, temperatura e salinidade. O aumento da temperatura e salinidade implicam a diminuição da solubilidade do oxigénio dissolvido na água. A baixa solubilidade do oxigénio na água limita a capacidade de autodepuração das águas naturais (Sousa, 2001). O aumento dos

teores de oxigénio dissolvido indicam a presença de seres vivos fotossintéticos e baixos teores apontam para a presença de matéria orgânica.

2.5.2.6. Oxidabilidade e carbono orgânico total

A oxidabilidade permite determinar o teor de matéria oxidável presente numa água, utilizando o permanganato de potássio (K_2MnO_4) como agente oxidante. Através deste processo determina-se a quantidade de oxigénio que é necessário para oxidação da matéria orgânica e inorgânica através do permanganato de potássio. O resultado é expresso em oxigénio consumido, tendo como valor paramétrico de 5 mg/L O_2 .

O carbono orgânico total é referente à concentração de carbono orgânico oxidado a CO_2 através de altas temperaturas e quantificado por um analisador infravermelhos. Este procedimento quantifica apenas a matéria orgânica biodegradável e não biodegradável sem interferências de outras substâncias presentes na amostra.

2.5.2.7. Cloretos

Os cloretos podem estar presentes naturalmente nas águas através da passagem destas pelas rochas ou devido a intrusões salinas. Podem resultar igualmente da poluição por efluentes domésticos e industriais, sendo por isso indicadores de poluição ou contaminação.

A presença de cloretos nas águas para consumo humano produz uma mudança no sabor podendo, por isso, levar à rejeição das mesmas por parte da população. O valor paramétrico para as águas de consumo é de 250 mg/L Cl.

2.5.3. Características microbiológicas

As bactérias são microrganismos que estão presentes nas águas naturais e residuais. As bactérias patogénicas mais comuns são a *Salmonella typhi* e a *Salmonella paratyphi*, responsáveis pela febre tifóide e paratifóide, respectivamente. No entanto, existem outras espécies tais como a *Shigella spp* causadora de disenterias bacilares e o *Vibrio cholera*, responsável pela cólera (Sousa, 2001).

É também frequente a presença de coliformes. O grupo coliforme é constituído por organismos que para além de serem encontrados em águas naturais e residuais, também se encontram no solo, e no intestino humano e nos restantes animais de sangue quente.

O grupo coliforme é constituído por coliformes totais que incluem os seguintes géneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Um sub-grupo destes são os coliformes fecais ou termotolerantes que não se multiplicam facilmente e suportam temperaturas superiores a 40°C. Nesta subcategoria dos coliformes fecais estão incluídas as bactérias *Escherichia coli* (Ratti *et al.*, 2011). Devido à dificuldade e ao procedimento dispendioso para a identificação dos coliformes separadamente, o DL n.º306/07 faz referência apenas como indicador ao número de bactérias coliformes, englobando os coliformes totais e coliformes fecais.

A água destinada a consumo humano, segundo o DL n.º306/07, deverá ser ausente de coliformes imediatamente após a desinfecção. Caso não se verifique esta condição, significa que a água foi alvo de um tratamento inadequado, estando por conseguinte imprópria para consumo.

2.6. Poluição dos recursos hídricos

A água tem sido ameaçada pelas actividades humanas e consequentemente as condições de equilíbrio da natureza sofrem alterações. Durante as últimas décadas, a degradação dos recursos hídricos tem vindo a aumentar. Esta degradação é consequência do aumento da poluição, desenvolvimento da indústria e intensificação da agricultura, colocando em perigo a saúde pública (Carrer *et al.*, 2011). Estes factores conduzem ao acréscimo de matéria orgânica no meio hídrico, ultrapassando a sua capacidade de autodepuração.

Torna-se importante ressaltar as principais fontes de poluição da água, divididas em fontes pontuais e difusas. A poluição pontual é indicada como aquela que é lançada em pontos específicos de forma individualizada, como é o caso das descargas de águas residuais domésticas e industriais não tratadas. Na poluição difusa os poluentes atingem a água de forma aleatória, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, seja em termos de quantidade, frequência ou composição (Pereira, 2004). As escorrências dos campos agrícolas são exemplo deste tipo de contaminação.

A poluição da água poderá ser dos seguintes tipos: química, física e biológica. A poluição química ocorre com o derrame de substâncias químicas na água, normalmente devido a indústrias ou a campos agrícolas. Essas substâncias podem classificar-se em dois géneros: biodegradáveis, quando os produtos químicos são decompostos num curto período de tempo; ou persistentes, sempre que as substâncias químicas se mantêm no ambiente por períodos longos (DDT e mercúrio). Os compostos persistentes são altamente tóxicos e acumulam-se nos seres vivos sendo muito difícil a sua remoção, mesmo em pequenas quantidades. No que respeita à poluição física, esta pode dividir-se em poluição térmica ou poluição por resíduos sólidos. A

poluição térmica resulta da descarga de água aquecida nos recursos hídricos, muita das vezes provenientes de processos de refrigeração de refinarias ou siderúrgicas. O principal problema do lançamento de águas a altas temperaturas é a desoxigenação, ou seja, o calor provoca a dissipação do oxigénio dissolvido e faz acelerar o metabolismo dos seres vivos. Relativamente à contaminação por resíduos sólidos, esta pode ser de origem coloidal, suspensos ou dissolvidos. São estes os sólidos que determinam frequentemente a cor da água. As águas residuais e os efluentes industriais caracterizam-se por apresentarem predominantemente este tipo de substâncias.

Os poluentes biológicos são constituídos por diferentes microrganismos, como bactérias, protozoários e vírus. Estes microrganismos são prejudiciais a todos os seres vivos, incluindo o ser humano, podendo causar problemas de saúde pública.

2.6.1. Poluição de origem agrícola

A agricultura é responsável por grande parte do consumo de água e também pela alteração da qualidade do recurso. Actualmente, cerca de 12% da superfície terrestre de todo o mundo (mais de 1,5 mil milhões de hectares), é usada para a produção de culturas. Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO) há pouco espaço para a expansão de terras agrícolas, apesar de haver uma quantidade considerável de terras potencialmente aptas para a agricultura (FAO, 2012).

A actividade agrícola é uma actividade praticada em larga escala, sendo causadora de poluição difusa. O uso sistemático de agrotóxicos, fertilizantes e adubos nesse sector é uma das principais causas de contaminação da água. Devido ao escoamento da água, os fertilizantes são arrastados e contaminam a água subterrânea e as águas superficiais em grandes extensões territoriais. Esses fertilizantes são substâncias químicas constituídas por compostos solúveis na água como é o caso do nitrato e o fósforo. As escorrências desses compostos nos solos constituem nutrientes para algas que irão contribuir para a eutrofização de rios, lagos e águas costeiras e também a contaminação dos aquíferos.

A eutrofização pode ser definida como o enriquecimento de nutrientes no meio aquático que acelera o crescimento de algas e outras plantas perturbando o equilíbrio e qualidade da água. O aumento da produtividade de fitoplâncton na água provoca a diminuição da capacidade de autodepuração do sistema aquático. Tal acontecimento leva à acumulação de matéria orgânica e, consequentemente, a uma diminuição na penetração da luz. Além disso, existe uma grande acumulação de toxinas, representando um risco para a saúde humana.

O processo de descontaminação das águas subterrâneas pode ser impossível. Contudo, normalmente a poluição provocada por esses compostos não atinge a gravidade que se verifica na qualidade das águas superficiais. Esse facto deve-se ao poder filtrante do solo, degradando e absorvendo os compostos antes de atingirem a água do aquífero. Em Portugal Continental o diagnóstico e a caracterização da qualidade das águas subterrâneas realizados no Plano Nacional de Água e nos Planos de Bacia Hidrográfica mostrou claramente existirem níveis de concentração de nitratos de origem agrícola em alguns aquíferos do país ultrapassando em muitos casos o valor máximo admissível na água para consumo humano de 50 mg/L, como são exemplo os aquíferos dos Gabros de Beja, da Campina de Faro e das aluviões do Tejo (INE, 2011)

Os agrotóxicos são substâncias ou mistura de substâncias utilizadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga (Peres *et al.*, 2003). O termo agrotóxico inclui insecticidas, fungicidas, herbicidas, fumigantes, algicida, avicidas, nematocidas, moluscicidas, acaricidas, além de reguladores de crescimento, desfoliantes e dissecantes (Baird, 2006; Silva *et al.*, 2004). A utilização frequente desses compostos causa problemas na saúde humana, sendo eles extremamente tóxicos e bioacumuladores ao longo das cadeias alimentares. A sua presença nos recursos hídricos dificulta o tratamento de água convencional ou requer tecnologias mais avançadas para garantir a potabilidade da mesma.

A produção agrícola mundial deverá crescer em média 1,5% ao ano (OECD e FAO, 2013) e a aplicação de agrotóxicos em todo o mundo é estimada em mais de 2 milhões de toneladas por ano (UNEP, 2012).

2.6.2. Poluição de origem industrial

Como referido anteriormente, pressupõe-se que a população mundial atinja 8,1 mil milhões em 2025, sendo que em 2050 atingirá os 9,6 mil milhões. Para sustentar a população, as actividades agrícolas e industriais irão aumentar e as pressões sobre os recursos hídricos também. Em 2013, nos países em desenvolvimento, 70% dos resíduos industriais eram despejados nas águas sem tratamento (National Geographic, 2013b). Visto que a actividade industrial liberta cerca de 300-400 milhões de toneladas por ano de metais pesados, solventes e outros resíduos em águas de todo o mundo, a água para abastecimento fica assim comprometida (UNEP, 2012).

As águas residuais industriais apresentam uma grande variação em termos de composição dependendo do processo de produção que as constituem (Pereira, 2004).

A poluição térmica, proveniente de processos de refrigeração de refinarias ou siderúrgicas, consiste no lançamento de águas a temperaturas elevadas para os diversos cursos de água. Este tipo de comportamento provoca nos seres vivos uma aceleração do metabolismo, ou seja, um aumento das actividades químicas que ocorrem nas células resultando num aumento da necessidade de oxigénio, que por consequência acelera o sistema respiratório (Pereira, 2004). Esse aumento de temperatura, associada a outros tipos de poluição, propicia o desenvolvimento de bactérias, levando por vezes à morte ou à migração de outros seres vivos.

As refinarias, produtoras de combustíveis fósseis, como o petróleo e seus derivados são causadoras de grandes problemas de poluição nas águas. Os hidrocarbonetos espalhados sobre as águas formam uma camada insolúvel na superfície que reduz a oxigenação e a penetração da luz. Isso cria efeitos nocivos na fauna e na flora, criando asfixia e impossibilitando a realização da fotossíntese, respectivamente. Para além disso, os efluentes gerados nas refinarias petrolíferas podem conter contaminantes químicos como metais pesados, ferro, sólidos em suspensão, óleos e gorduras (livres e emulsionados), hidrocarbonetos, cianetos, soluções cáusticas e ácidas, sulfídricas, fenólicas, amoniacais, inibidores de auto-oxidação e polimerização, outros iões inorgânicos, etc (Santo, 2010).

O aumento da poluição industrial tem levado as entidades responsáveis pela gestão e controlo ambiental a rever a legislação em vigor e a estipular limites mais rigorosos para as descargas dos efluentes industriais (Santo, 2010).

A indústria de pasta de papel tem emissões de substâncias orgânicas e efluentes que contêm compostos de cloro que têm efeitos tóxicos sobre os organismos aquáticos. A indústria é também responsável pela emissão de nutrientes como o azoto e o fósforo, que contribuem para a eutrofização do meio receptor. Os metais extraídos da madeira para produção do papel, mesmo estando presentes em baixas concentrações, poderão ter impactos significativos.

2.6.3. Poluição de origem doméstica

A poluição doméstica resulta da descarga de efluentes urbanos não tratados na rede hidrográfica. Esses efluentes domésticos contêm matéria orgânica biodegradável, microrganismos fecais, vírus, azoto, fósforo, óleos e detergentes (Pereira, 2004).

Normalmente o tratamento das águas residuais domésticas é realizado nas estações de tratamentos de águas residuais (ETAR). Contudo, existem ainda muitos locais onde não existe

tratamento ou em que permanecem fossas sépticas de má qualidade. Em 2010, nos países em desenvolvimento, cerca de 80-90% das águas residuais eram descarregadas directamente nas águas de superfície (UNEP, 2010). Este facto reflecte a falta de saneamento nos países em desenvolvimento. Cerca de 37% da população mundial, correspondendo a cerca de 2,5 mil milhões de pessoas, ainda permanecia sem qualquer tipo de sistema de saneamento. Prevê-se que para 2015 a falta de saneamento irá diminuir para 33%, não atingindo ainda os objectivos de desenvolvimento do milénio (ODM) que são os 25% (Figura 2.17).

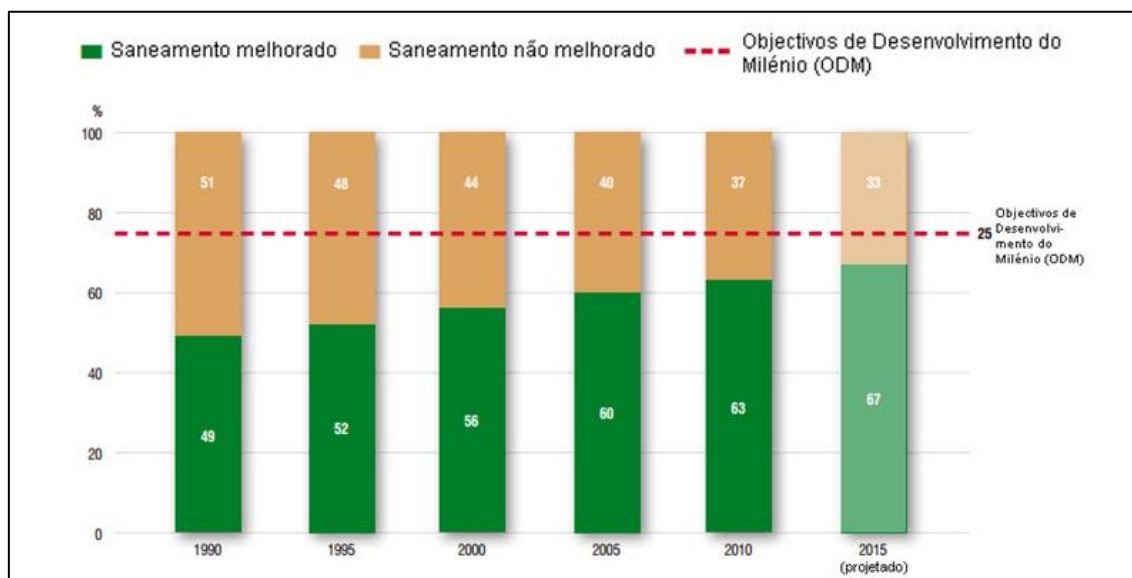


Figura 2.17 - Saneamento global de 1990-2010 e projecção para 2015 (Fonte: Adaptado de WHO e UNICEF, 2012)

2.6.4. Problemática das alterações climáticas

As alterações climáticas são a maior ameaça ambiental do século XXI, com consequências profundas e transversais a várias áreas da sociedade económica, social e ambiental (WWF, 2013). É um fenómeno que esteve sempre presente ao longo de vários anos no planeta Terra. Contudo, devido às actividades humanas, isto é, à produção excessiva de gases que aumentam o efeito estufa, cujas emissões têm sofrido um aumento acentuado, estas variações climáticas têm vindo a ser agravadas.

O sistema climático regula a quantidade de água que é distribuída na biosfera terrestre, e com as alterações climáticas o ciclo da água é alterado, provocando mudanças nos padrões sazonais e na frequência de eventos extremos (Bates *et al.*, 2008). A ocorrência de ondas de calor e de secas extremas são fenómenos que confirmam a influência das alterações climáticas. Constata-se ainda um crescimento no escoamento anual, principalmente em latitudes mais altas e uma

diminuição em partes da África Ocidental, sul da Europa e sul da América Latina (Bates *et al.*, 2008).

Em Portugal são apontadas reduções da precipitação anual entre 7,6% e 20,9%, em relação ao período de referência (1980-2009), aumentos da temperatura máxima média anual entre 1,7°C e 3°C, sendo também de esperar um aumento do número de anos de seca extrema e de ondas de calor, com a consequente diminuição do caudal médio anual dos rios (EPAL, 2013).

Com o aquecimento global, muitas regiões irão ser afectadas com o degelo das calotes polares que irão fazer subir o nível médio da água do mar. É de prever uma contaminação das águas superficiais e subterrâneas devido à intrusão salina em rios, deltas e aquíferos. Do mesmo modo, o aumento da temperatura tende a diminuir a qualidade da água em lagos, ou seja, aumenta a estabilidade térmica da água e altera os padrões de mistura de oxigénio, resultando numa diminuição do teor de oxigénio dissolvido e numa maior libertação de fósforo dos sedimentos (Bates *et al.*, 2008). Por outro lado, a escassez dos recursos hídricos irá afectar significativamente a agricultura, visto ser um sector consumidor de muita água.

Relativamente à precipitação, são esperados aumentos em latitudes elevadas e reduções nas regiões terrestres subtropicais (IPCC, 2007). O aumento da intensidade da precipitação em latitudes mais altas resulta igualmente numa diminuição da qualidade da água. A deterioração da qualidade da água ocorre com o transporte de microrganismos patogénicos e de outros poluentes dissolvidos para as águas superficiais e subterrâneas. O aumento de inundações conduz à propagação de vírus, bactérias e outros contaminantes que são prejudiciais para a saúde humana. A constante degradação ambiental torna a água num recurso cada vez mais limitado com custos associados gradualmente mais elevados.

As alterações climáticas contribuem para a pobreza nos países em desenvolvimento e colocam as populações em situações de grande vulnerabilidade, causando consequências negativas. O *International Water Management Institute* (IWMI) prevê que as alterações climáticas terão consequências terríveis para a alimentação de uma população mundial cada vez maior, especialmente em áreas como África e Ásia, onde milhões de agricultores dependem exclusivamente da água pluvial para as suas plantações (UNESCO, 2012b). As famílias com dificuldades financeiras são especialmente mais vulneráveis às mudanças climáticas porque o seu baixo rendimento, possibilita pouco ou nenhum acesso aos serviços de saúde ou outras redes de segurança que poderiam protegê-las contra as ameaças decorrentes das mudanças (UNFPA, 2011).

3. Aproveitamento da água pluvial

3.1. Caracterização do Clima em Portugal Continental

O clima é um factor natural que influencia as actividades do nosso dia-a-dia, sendo definido pela variabilidade de variáveis meteorológicas como precipitação, temperatura, humidade, pressão atmosférica e vento. O conjunto dessas variáveis é responsável pela modelação de vertentes, caudal de rios, agricultura e tipo de vegetação natural.

Portugal situa-se no sudoeste da Europa na zona temperada do norte com clima mediterrânico. É caracterizado por zonas montanhosas a Norte e o Sul é ocupado maioritariamente por planícies, com o Oceano Atlântico a Oeste. Apresenta quatro estações por ano, sendo que as principais massas que intersectam Portugal são as massas de ar polar marítima (fria e húmida), massas de ar polar continental (fria e seca), massas de ar tropical continental (quente e seca) e massas de ar tropical marítima (quente e húmida) (Ferreira, 2000).

Posto isto, Portugal Continental está dividido em quatro conjuntos climáticos:

- Norte Litoral: mediterrânico com influência marítima
- Norte Interior: mediterrânico com influência continental
- Sul: mediterrânico
- Regiões montanhosas: clima de altitude

No norte, o clima é mais húmido fazendo sentir-se o influxo marítimo e precipitação elevada durante todo o ano. As amplitudes térmicas anuais são baixas, e por isso as temperaturas são mais baixas no Inverno e mais suaves no Verão. À medida que se progride para o interior, maior é o afastamento do mar, levando a um aumento da secura e a maiores variações entre as temperaturas de Verão e de Inverno. Além disso, o relevo que subsiste entre o litoral e interior, e que impede a chegada dos ventos de oeste para o interior, torna os Invernos rigorosos e os Verões quentes e secos. Essa barreira reduz ainda a precipitação para o interior.

No Sul as características de clima mediterrânico são mais acentuadas, representando Verões quentes e secos e Invernos amenos e com fraca precipitação (Ferreira, 2000; IPMA, 2013b).

Nas regiões montanhosas, os Verões são frescos e húmidos e os Invernos rigorosos. A precipitação é elevada durante todo o ano, sendo que no Inverno a precipitação é em forma de neve.

As temperaturas médias anuais variam entre 15,5°C e 18,5°C no Sul. No Norte, principalmente no Noroeste, a temperatura média anual situa-se entre 13°C e 15,5°C e no Nordeste, entre 10°C e 13°C, sendo a temperatura média anual mais baixa do País (Figura 3.1). Todavia, o clima de Portugal Continental tem sofrido várias épocas de mudança em relação à temperatura média. De acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2013b) entre 1910 e 1945 houve um aquecimento, seguido de um arrefecimento no período de tempo 1946-1975 e por um aquecimento mais acelerado entre 1976 e 2000. Em relação à precipitação média anual, existe uma variação entre 1250 e 3000 mm no Noroeste do País, sendo esta a zona de maior precipitação (Figura 3.1). A região que abrange o Norte e Centro do País apresenta uma precipitação média anual que varia entre 750 e 1250 mm, enquanto a região Sul apresenta uma precipitação média anual que varia entre 500 e 750 mm (Freire, 2012).

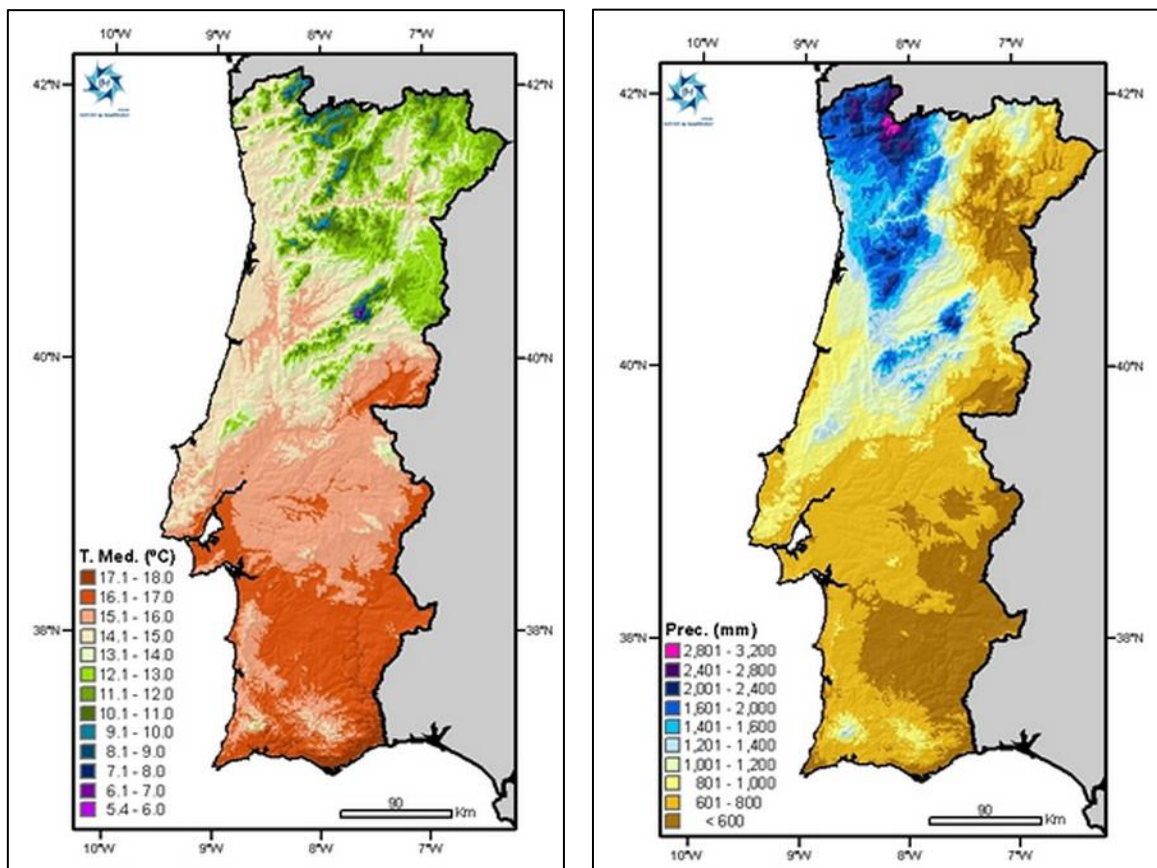


Figura 3.1 - Temperatura média anual de Portugal Continental (Esquerda) e precipitação total média anual de Portugal Continental (Direita) (Fonte: IPMA, 2013a)

Durante o período de precipitação, parte da água é infiltrada e parte é escoada superficialmente. A água começa inicialmente por infiltrar-se até que seja superada a capacidade de infiltração, originando o escoamento superficial. No entanto, a infiltração está dependente do tipo de solo, uma vez que cada tipo de solo apresenta uma capacidade de armazenamento de água específica.

Na Figura 3.2 apresentam-se o escoamento anual médio e as disponibilidades hídricas subterrâneas de Portugal Continental. Verifica-se que o maior escoamento situa-se no Norte ou em zona montanhosas, acompanhando a irregularidade da precipitação. Em relação às disponibilidades hídricas, observa-se que se situam maioritariamente junto do litoral e à volta do rio Tejo.

O escoamento em Portugal Continental é caracterizado por uma acentuada sazonalidade, representando em média cerca de 70% (a Norte) a 85% (a Sul) no semestre húmido. Em termos de valores, o escoamento anual médio em Portugal Continental é de 385 mm, registando-se, porém, em cerca de 25% dos anos um escoamento superior a 550 mm ou inferior a 250 mm (INE, 2011).

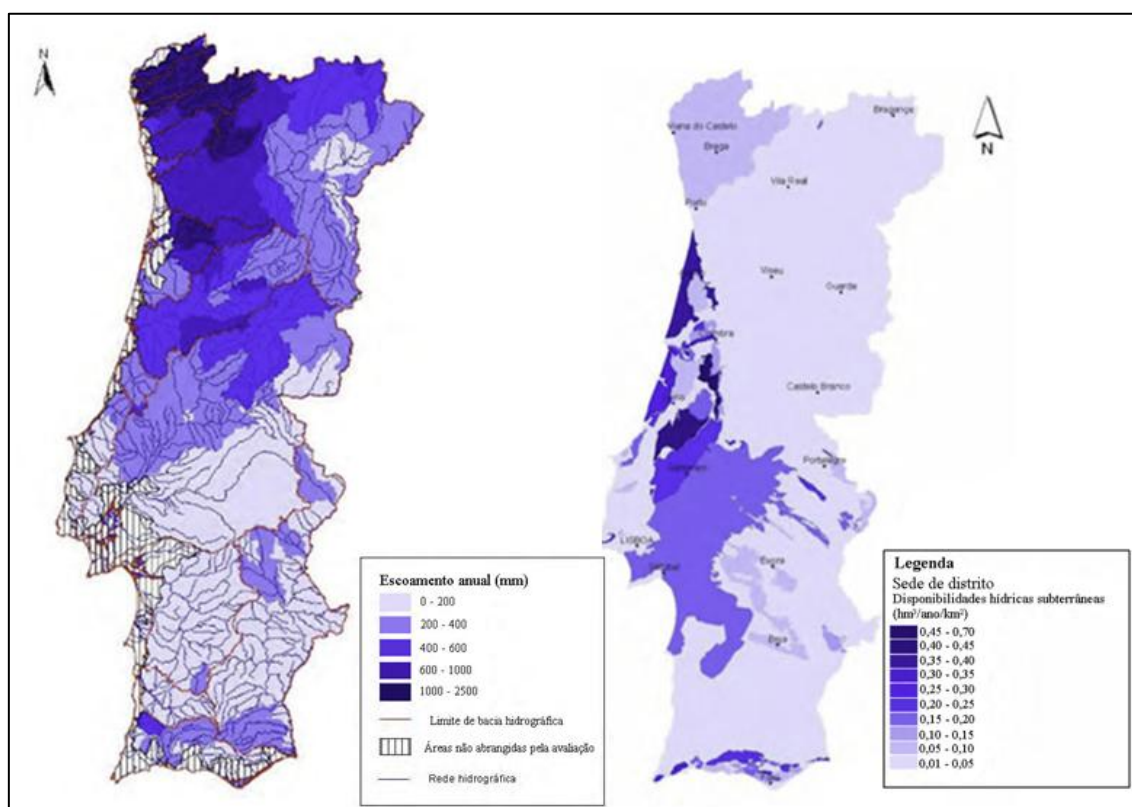


Figura 3.2 - Distribuição espacial do escoamento anual médio em Portugal Continental (Esquerda) e disponibilidades hídricas subterrâneas estimadas para Portugal Continental (Direita) (Fonte: INAG, 2002)

Apesar da utilização nacional de água (superior a 10 km^3) ser ainda inferior à disponibilidade (16 km^3), como referido anteriormente, existem alguns lugares de Portugal com escassez de água. A Figura 3.3 mostra a distribuição espacial onde é possível verificar essa escassez de água. Verifica-se que no norte de Portugal Continental, onde a precipitação é maior, a escassez

hídrica é inferior a 5% dos anos. Existe escassez hídrica apenas em períodos de seca severa, com períodos de retorno superior a 20 anos (INE, 2011). No entanto, em zonas perto de Lisboa e a sul do rio Tejo, a situação é mais problemática, abrangendo zonas com escassez hídrica entre 20% e 50% dos anos e até superior a 50% dos anos. Algumas áreas das cabeceiras do Sado, Mira, Caia e ribeiras do Algarve apresentam valores de escassez de água com períodos de retorno da ordem dos 2 a 5 anos (INE, 2011).

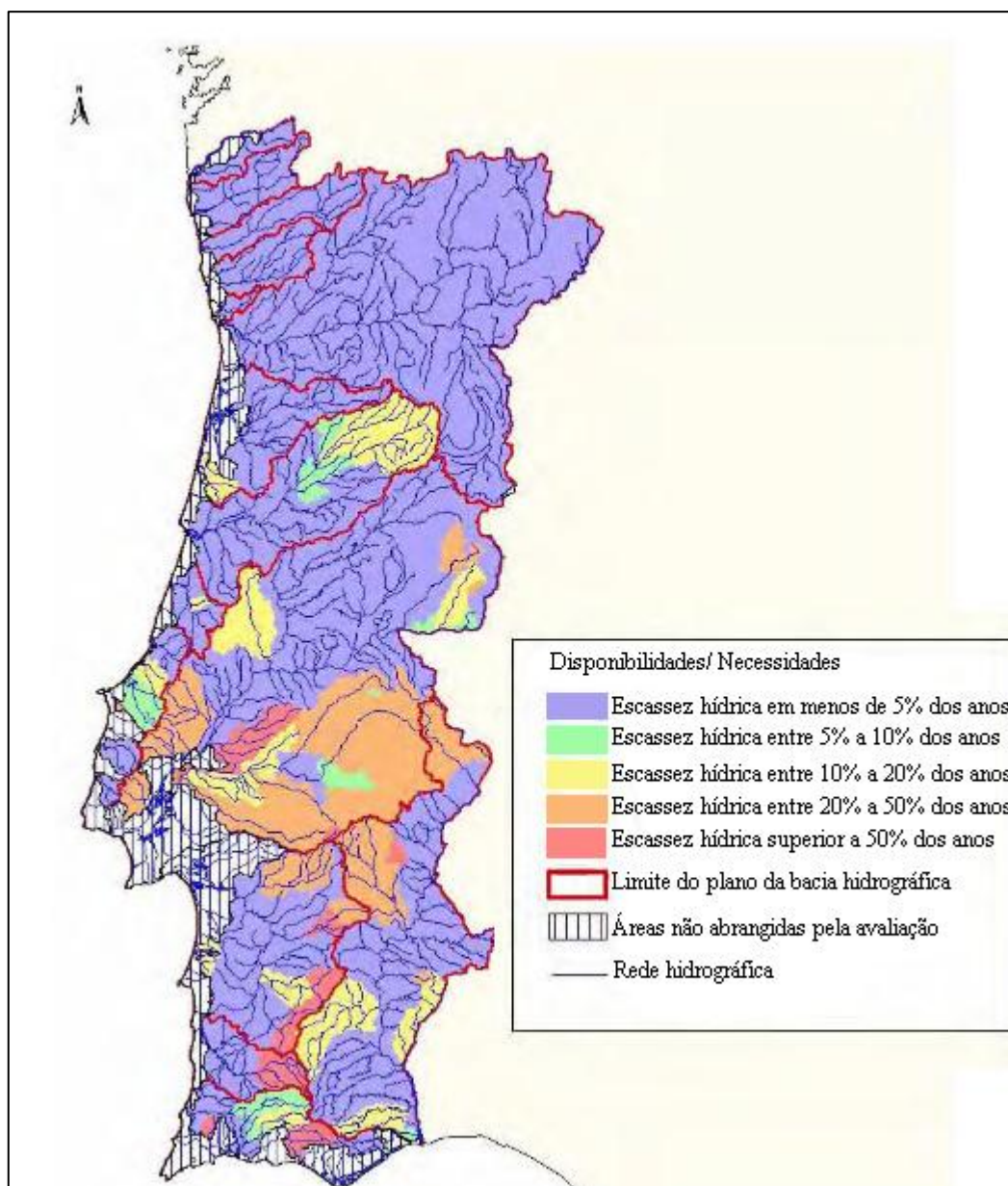


Figura 3.3 - Situações de escassez hídrica - Águas de superfície (Fonte: INAG, 2002)

3.2. Vantagens e desvantagens do aproveitamento de águas pluviais

O aproveitamento da água pluvial é uma prática antiga que, com a evolução dos sistemas públicos de abastecimento, perdeu importância. Antigamente, os castelos e conventos apresentavam invariavelmente uma cisterna ou um poço que, por estarem localizados em zonas elevadas, eram impossíveis de ser abastecidos, levando, por isso, a que as águas pluviais tivessem de ser recolhidas e encaminhadas directamente para as cisternas. O castelo de Sesimbra, a Torre de Belém e o Convento dos templários em Tomar são exemplos dessa prática (Santos, 2011).

Com o aparecimento dos sistemas públicos de abastecimento, o sistema de aproveitamento de águas pluviais foi abandonado. Porém, ao longo dos anos, com o crescimento demográfico a água tornou-se num recurso cada vez mais escasso, denotando-se em muitas zonas uma procura muito superior à oferta. Aliado ao crescimento da população aumentaram as áreas de impermeabilização dos solos, reduzindo assim as áreas de infiltração e por consequência o aumento do escoamento superficial, causando inundações severas. Devido a essa problemática e juntamente com a escassez hídrica e as alterações climáticas, o preço da água tem aumentado significativamente desde 2000.

Actualmente, a utilização da água pluvial voltou a ser uma realidade e é um recurso a não ser desperdiçado, fazendo parte da gestão de muitos países desenvolvidos, como é o caso dos Estados Unidos, Alemanha, Japão, entre outros (Bertolo, 2006). O objectivo da sua utilização é a elaboração de um conjunto de medidas para uso eficiente da água de modo a diminuir o consumo de água da rede, onde os custos de operação e manutenção são elevados.

A utilização da água pluvial apresenta as seguintes vantagens (Oliveira, 2008):

- Contribuição para a conservação da água;
- Redução da dependência das reservas de água subterrânea, que quando sobre exploradas podem esgotar ou em algumas situações (localização de proximidade do mar) serem sujeitas a intrusões salinas;
- Redução do consumo de água da rede pública e do custo associado;
- Redução dos custos de exploração dos sistemas de abastecimento de água;
- Evitar a utilização de água potável em usos compatíveis com qualidade inferior, como por exemplo, na lavagem de pavimentos, rega de hortas e jardins, etc.;
- Contribuição para o controlo das inundações, armazenando parte da água responsável pelo escoamento superficial.

Por outro lado existem aspectos menos positivos. Geralmente, a água pluvial não é potável, sendo apenas possível o aproveitamento da água para fins não potáveis. A presença de metais pesados, devido à proximidade de zonas com tráfego elevado ou de indústrias, impede a utilização da água para consumo humano sem tratamento prévio (Bertolo, 2006).

O aproveitamento de águas pluviais apresenta também as seguintes desvantagens:

- Elevado custo de investimento;
- Manutenções e limpezas frequentes para o bom funcionamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais;
- Dependência da precipitação local, sendo por isso o sistema de aproveitamento de água pluvial complementar ao sistema de abastecimento público;
- Limite de capacidade de armazenamento.

3.3. Qualidade da água pluvial

Em geral, a água pluvial apresenta uma qualidade superior à qualidade das águas superficiais e subterrâneas devido à ausência de contacto com o solo que conduzem à contaminação. Além disso, não está directamente sujeita ao lançamento de águas residuais e outros poluentes que são constantemente despejados nos recursos hídricos, podendo inclusive atingir o lençol freático (Sacadura, 2011).

No entanto, a água pluvial apresenta um pequeno nível de acidez devido à existência natural de CO_2 na atmosfera, que por sua vez se dissolve nas nuvens dando origem a um ácido fraco, o ácido carbónico (H_2CO_3). Consequentemente, a água pluvial apresenta um pH de 5,6 (Santos, 2011). Ainda assim, com a presença da poluição atmosférica, é comum existir deposição de alguns poluentes durante a formação de massas de ar que originam precipitação e que podem contaminar a água pluvial. Assim sendo, a qualidade da água pluvial está dependente da localização geográfica (proximidade do oceano, áreas urbanas ou rurais), da presença de vegetação, das condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos), da estação do ano e da presença de carga poluidora (Sacadura, 2011).

Oliveira (2009) relata que em regiões com grandes áreas de terra, subsistem fortes probabilidades de encontrar na água pluvial partículas de origem terrestre, como a sílica, o alumínio e o ferro. Também podem surgir alguns elementos que advêm das emissões biológicas, como o azoto, o carbono e o enxofre em virtude da degradação de matéria orgânica por bactérias.

Em zonas onde a agricultura é frequente a água pluvial pode carregar partículas vindas da utilização de agrotóxicos e pesticidas. As zonas densamente urbanizadas e industrializadas apresentam na sua atmosfera compostos poluentes como os óxidos de enxofre e de azoto, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, partículas, entre outros, os quais podem ser incorporados na qualidade da água pluvial.

Em regiões próximas do mar, existe uma maior probabilidade em encontrar sódio, potássio, magnésio e cloro na água pluvial. O rebentamento das ondas faz libertar pequenas gotículas de água para a atmosfera e no momento da evaporação surge a precipitação dos sais, pelo que, no litoral, a composição da precipitação é semelhante à composição da água do mar (Santos, 2011).

É de referir que a qualidade da água pluvial está dependente também do sistema de captação e armazenamento (telhados, calhas e reservatório). Por esta razão, a primeira água que cai no telhado apresenta um grau elevado de contaminação e por isso é aconselhado desprezar essa água.

Em 2004, mais de 3 milhões de australianos utilizavam a água pluvial para consumo directo. Embora não houvesse epidemias na saúde relacionadas com os tanques de águas pluviais, existem registos do aparecimento de doenças, tais como a febre tifóide, a disenteria bacilar e a cólera (Coombes *et al.*, 2004). No entanto, a água armazenada deverá ser utilizada apenas para fins não potáveis, isto é, em lavagem de pavimentos ou de automóveis, lavagem da roupa, em descargas de autoclismos e rega de jardins.

3.4. Legislação

O regulamento referente ao abastecimento de água surge no ano de 1943. Apenas em 1946 surge o regulamento dirigido à drenagem de águas residuais. Mais tarde, com o avanço da tecnologia e dos conceitos, houve uma revisão e actualização dos regulamentos gerais das canalizações de água e de águas residuais dando origem ao Decreto-Lei n.º 207/94, de 6 de Agosto de 1994. A partir deste DL surge então o Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto de 1995, que define o conceito de águas residuais pluviais.

No ano de 2000 é implementado o principal instrumento da Política da União Europeia relativa à água, a Directiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000). Esta Directiva tem como objectivo a protecção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas, sendo transposta para o direito nacional através da Lei da Água, Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. No seguimento dessa Lei, nasce o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

(PNUEA), aprovado a 30 de Junho de 2005. O programa foi criado com o intuito de promover o uso eficiente da água em Portugal, especialmente nos sectores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para minimizar os riscos de escassez hídrica e melhorar as condições ambientais nos meios hídricos, sem pôr em causa as necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, bem como o desenvolvimento socioeconómico do país (APEQ, 2008). Uma das medidas referidas no PNUEA é a reutilização ou uso de água de qualidade inferior (medida nº8). Contudo, o artigo 86º do Decreto Regulamentar 23/95, afirma que a entidade gestora do serviço de distribuição pode autorizar a utilização de água não potável exclusivamente para lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, desde que salvaguardadas as condições de defesa da saúde pública. Isto é, impossibilita a reutilização ou uso de água de qualidade inferior em redes prediais (por exemplo, nos autoclismos) (Sacadura, 2011).

A ANQIP elaborou duas especificações técnicas, a ETA 0701 e a ETA 0702. Enquanto a ETA 0701 estabelece critérios técnicos para a realização de sistemas de aproveitamento de água pluvial (SAAP) das coberturas de edifícios, para fins não potáveis, a ETA 0702 estabelece as condições para a certificação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), executados de acordo com a Especificação Técnica ANQIP ETA 0701. A ETA 0701 refere que a água pluvial pode ter, entre outros, os seguintes usos:

- Descarga de bacias de retrete;
- Lavagem de roupas;
- Lavagem de pavimentos, automóveis, etc.;
- Rega de zonas verdes;
- Usos industriais (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC, etc.).

Esta especificação técnica (ETA 0701) menciona ainda que:

- No caso da rega de zonas verdes e da lavagem de pavimentos, a utilização de água pluvial, observadas as presentes prescrições técnicas de instalação, pode não carecer de qualquer tratamento complementar físico-químico ou bacteriológico;
- A utilização de água pluvial sem tratamento em descargas de autoclismo, apenas deve ser admitida quando a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade de águas balneares, nos termos da legislação nacional e das Directivas europeias aplicáveis (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1/8, que transpõe a Directiva n.º 76/160/CEE, do Conselho, de 8/12);
- Na situação referida no item anterior, não sendo cumpridos os valores máximos admissíveis estabelecidos para os parâmetros microbiológicos, deve prever-se uma

desinfecção da água por ultravioletas, cloro ou outro processo adequado. No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção, recomenda-se que o cloro residual livre se situe entre 0,2 e 0,6 mg/L;

- A lavagem de roupas com água pluvial sem tratamento específico apenas deve ser considerada quando a temperatura da água de lavagem atingir, no mínimo, 55°C. Para esta utilização, deve ser prevista a aplicação de um microfiltro com malha mínima de 100 µm. Estes filtros devem ter manutenção adequada.

Todos os sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) devem ser objecto de um projecto técnico, cuja elaboração deve respeitar, nas partes aplicáveis, as exigências da Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de Julho. A sua concepção, instalação e exploração devem respeitar a legislação, a regulamentação e a normalização nacional e europeia eventualmente existentes e aplicáveis a estas instalações ou a qualquer dos seus componentes.

4. Caracterização dos sistemas de aproveitamento de água pluvial

4.1. Captação

A área de captação é a superfície onde a chuva cai, podendo ser em telhados, estradas ou canais de infiltração.

Em geral, as superfícies de captação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial numa habitação são os telhados da própria habitação. Por isso, os telhados devem de ser limpos, preferencialmente no fim da estação seca, de modo a evitar a contaminação da água. Eventualmente, a presença de arvoredos nas proximidades das habitações, pode ter um efeito negativo, sendo necessário assegurar o corte das ramagens que se desenvolvem por cima do telhado, de maneira a impedir a dispersão de folhas e também evitando o acesso de pássaros, roedores ou gatos (Sacadura, 2011).

Os telhados podem ser de diversos materiais, tais como telha cerâmica, fibrocimento, zinco, aço galvanizado, plástico, vidro, acrílico, betão armado ou manta asfáltica. Os telhados mais comuns são de cerâmica e fibrocimento.

Tendo como objectivo melhorar a qualidade da água e evitar riscos na saúde, a escolha do material é importante. As coberturas de fibrocimento, actualmente são pouco escolhidas. Contudo, podem existir em habitações velhas e se estas habitações possuírem um sistema de aproveitamento de água pluvial, é provável encontrar fibras de amianto. Em relação a estas fibras, não é possível provar que não provoquem qualquer risco para a saúde. O mesmo se passa com o betão armado, onde o desgaste natural pode introduzir o material oxidado na água, não apresentando igualmente risco para a saúde.

No que diz respeito às pinturas aplicadas nos telhados, algumas podem causar danos para a saúde. É o exemplo das pinturas baseadas em chumbo, que têm características tóxicas, e da pintura acrílica, em que nas primeiras chuvadas após a sua aplicação escoam substâncias químicas dissolvidas. As pinturas tendo como base o betume (alcatrão), geralmente, podem escoar substâncias perigosas ou causar problemas de paladar na água (Bertolo, 2006).

Adicionalmente, para um sistema de aproveitamento de água pluvial, é imprescindível a utilização de um revestimento com um coeficiente de escoamento elevado, com o objectivo de

recolher a maior quantidade de água, evitando perdas por absorção. Sendo assim, o melhor material para este tipo de sistemas é o esmalte e o plástico com coeficientes entre 0,90 – 0,95. Outros valores de coeficientes de escoamento apresentam-se no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Coeficientes de escoamento em função da superfície de captação (Fonte: Sacadura, 2011)

Superfície de Captação	Coeficiente de escoamento
Telhados	
• Telhas cerâmicas	0,80 - 0,90
• Telhas esmaltadas	0,90 - 0,95
• Telhas corrugadas de metal	0,80 - 0,90
• Cimento, Amianto	0,80 - 0,90
• Plástico, PVC	0,90 - 0,95
Relvados	
• Solo arenoso, plano (2%)	0,05 - 0,10
• Solo arenoso, declive médio (2% - 7%)	0,10 - 0,15
• Solo arenoso, declive grande (7%)	0,15 - 0,20
Ruas	
• Asfaltadas	0,70 - 0,95
• Betonadas	0,80 - 0,95
Vias para automóveis e peões	0,75 - 0,85

Além destes materiais, hoje em dia é comum a utilização de telhados verdes, uma tecnologia de aplicação de vegetação sobre as superfícies construídas, de modo a amenizar os impactos do desenvolvimento urbano e redireccionando as cidades para o desenvolvimento sustentável. De acordo com o Quadro 4.1, os coeficientes dos relvados apresentam valores baixos, significando uma redução do volume potencialmente aproveitável, sendo grande parte absorvido pelo solo. Igualmente, a utilização de telhados verdes influencia a qualidade da água pluvial, resultando numa qualidade da água distinta à dos telhados convencionais. Isto significa que a passagem da água pela superfície vegetal pode por um lado melhorar a qualidade, através da neutralização da chuva ácida, e por outro introduzir poluentes, como fertilizantes, pesticidas e nutrientes utilizados durante a manutenção (Neto, 2012).

Em relação ao declive, os telhados podem ser muito inclinados, pouco inclinados ou planos. Para uma recolha favorável é necessário uma certa inclinação, ou seja, que não seja muito inclinado, nem totalmente plano. Os telhados com inclinações acentuadas podem provocar velocidades altas e entupimento no sistema de transporte de água ou, por outro lado, ao sobredimensionamento do sistema de transporte. Em contrapartida, nos telhados planos a velocidade é mínima ou nula, não havendo transporte da água.

4.2. Transporte

No regime de transporte incorporam-se as caleiras e os tubos de queda. As caleiras permitem recolher toda a água escoada pela superfície de captação, enquanto os tubos de queda direccionam a água até ao reservatório.

O dimensionamento das caleiras requer um especial cuidado pois o seu subdimensionamento pode reduzir significativamente a eficiência de colecta, comprometendo o funcionamento de todo o sistema de aproveitamento de água pluvial (Sacadura, 2011). Analogamente, de modo a melhorar o desempenho do SAAP, a drenagem das águas pluviais pelas caleiras deve ser feita por gravidade e com inclinações de 5% (Sacadura, 2011). De acordo com o artigo 232º do Decreto Regulamentar 23/95, o diâmetro nominal dos tubos de queda de águas residuais pluviais, não pode ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais a eles ligados, com um mínimo de 50 mm.

As caleiras podem ainda ser dotadas de uma malha ou grade, de modo a remover os detritos de maiores dimensões e assim evitar entupimentos no transporte da água até ao reservatório. As malhas ou grades devem de ser limpas regularmente para funcionarem de forma eficaz e para que não surjam entupimentos, isto é, obstruindo a água circular até ao reservatório.

Os materiais mais utilizados nas caleiras e nos tubos de queda são o PVC, alumínio e aço galvanizado. As caleiras de alumínio e de aço galvanizado são as mais recomendadas porque resistem melhor à corrosão e à erosão de partículas, como eventualmente a passagem de areias (Carlon, 2005).

4.2.1. Dispositivo de primeira lavagem (first-flush)

Antes de a água chegar à filtração e seguidamente ao reservatório existe um dispositivo que desvia a água nos primeiros minutos de precipitação, denominado por dispositivo de primeira lavagem. A água desviada tem como objectivo impedir a contaminação da restante água que segue para o reservatório, servindo de auto-limpeza da superfície de captação.

Habitualmente, após o período seco, é comum a presença de pó, resíduos provenientes das árvores ou até mesmo excrementos de animais, que se depositam nos telhados e que, devido às primeiras chuvadas, se dissolvem na água, sendo por isso necessária a sua rejeição.

Existem diferentes tipos de dispositivos de primeira lavagem. Uma das técnicas utilizadas consiste na acumulação de água das primeiras chuvadas numa câmara antes de prosseguir para o reservatório principal. A qualidade da água melhora com a acumulação da precipitação e por isso o progressivo enchimento leva ao transbordo de água para o reservatório principal. De acordo com a Figura 4.1, a câmara é constituída por um orifício por onde descarrega lentamente a água, sendo que só ao fim de alguns minutos após a chuva terminar é que esta fica vazia (Verdade, 2008).

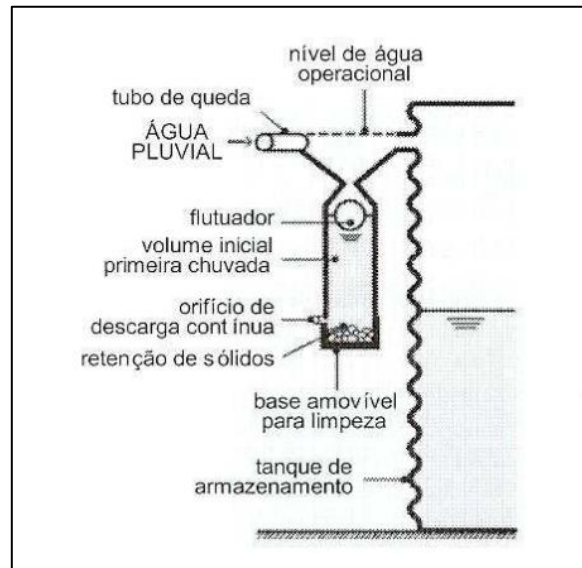


Figura 4.1 - Esquema de um desviador de primeiro fluxo (Fonte: Oliveira, 2008)

O volume a desviar poderá ser determinado com base em critérios de tempo, com base na área da cobertura ou por uma altura de precipitação pré-estabelecida, que pode variar entre 0,5 e 8,5 mm de chuva, conforme as condições locais. Na ausência de dados ou de estudos das condições locais, deverá ser considerado o desvio de um volume correspondente a 2 mm de precipitação (Santos, 2011).

Em relação ao primeiro critério, o tempo, o volume mínimo necessário a desviar é o resultante dos primeiros 10 minutos de precipitação, podendo aceitar-se um tempo inferior (mas sempre \geq 2 minutos) quando o intervalo de precipitações não ultrapasse os quatro dias.

Para calcular o volume necessário a desviar recorre-se à seguinte expressão:

$$Vd = P \times A$$

Onde,

Vd - Volume a desviar do sistema (litros)

P - Altura de precipitação (mm) admitida para o *first-flush* (em geral 2 mm)

A - Área de captação (m²)

4.3. Filtração

A filtração pode ser feita por vários tipos de filtros, que apresentam características e funções diferentes, com o principal objectivo de melhorar a qualidade da água. Os filtros podem ser adaptados de acordo com os diferentes volumes.

Em geral, todos os sistemas de filtração removem não só os detritos maiores que casualmente possam ter passado pela grade ou malha mas também os detritos mais pequenos. Normalmente os filtros são constituídos por um conjunto de ripas que retêm os sólidos grosseiros, seguidamente de uma tela de malha (filtração secundária) que detém os sólidos mais pequenos (Figura 4.2). No entanto, cada empresa fabrica os seus próprios filtros.

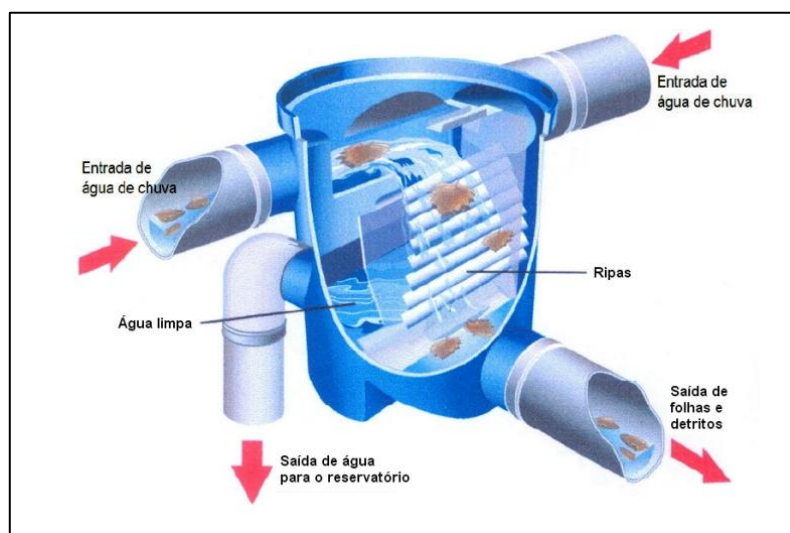


Figura 4.2 - Exemplo de um sistema de filtração (Fonte: Bertolo, 2006)

Os dispositivos de filtração requerem manutenção e devem ser limpos eventualmente. Sem manutenção os filtros ficam obstruídos, diminuindo o rendimento de aproveitamento de água pluvial, podendo também contribuir para o desenvolvimento de microrganismos patogénicos na água filtrada que segue para o reservatório (Sacadura, 2011).

4.4. Armazenamento

Para o armazenamento da água pluvial são usados normalmente reservatórios. Estes são diversificados relativamente ao tamanho, dependendo da precipitação local, do consumo de água não potável, da duração prevista dos períodos de seca, da área de superfície de captação,

da estética, da preferência pessoal e orçamento (Sacadura, 2011). No entanto, independentemente desses factores, é recomendado que todos os reservatórios de armazenamento sejam opacos, cobertos e arejados. O facto de serem opacos impede o crescimento de algas. Quando cobertos e arejados reduzem o desenvolvimento de mosquitos.

Os reservatórios podem ser constituídos por diversos materiais, como alvenaria, betão armado, fibra de vidro, aço e PEAD, sendo que os mais utilizados em Portugal são de betão armado e PEAD. De forma a maximizar o rendimento, os reservatórios devem localizar-se tão perto quanto possível do fornecimento e do consumo (Santos, 2011).

Na instalação dos reservatórios são essenciais fundações e apoios apropriados uma vez que a água tem um peso considerável, assim como acessórios de descarga de fundo, abertura de transbordo, entre outros (Bertolo, 2006; Verdade, 2008). Segundo o Decreto Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto, os efluentes das descargas de fundo devem ser lançados em linhas de água naturais, colectores pluviais ou câmaras de armazenamento transitório, salvaguardando-se, em qualquer dos casos, os riscos de contaminação da água da conduta.

Os reservatórios podem estar enterrados, semi-enterrados ou à superfície. Os reservatórios enterrados e semi-enterrados exigem custos adicionais com a escavação e quanto maior for o reservatório, maior a escavação e maiores os custos implicados. Os reservatórios enterrados carecem de custos ainda mais elevados, pois estão sujeitos a manutenções onde o acesso é mais limitado. Por outro lado, apresentam a vantagem de possuírem temperaturas mais frescas, o que influencia positivamente a qualidade da água. Os reservatórios de superfície são propícios de receber luz solar, pelo que a sua localização deve ser à sombra para beneficiarem de uma qualidade de água sem desenvolvimento de microrganismos. O Quadro 4.2 faz referência às vantagens dos vários tipos de reservatórios enterrados, semi-enterrados e superficiais.

Quadro 4.2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de reservatórios (Fonte: Oliveira, 2008)

	Vantagens	Desvantagens
Tanques superficiais	<ul style="list-style-type: none"> • Permite a detecção de fugas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupação de área potencialmente associada a outros usos;
	<ul style="list-style-type: none"> • A água pode ser retirada por acção da gravidade ou através de uma torneira; 	<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente, é mais caro;
	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ser colocado acima do nível do solo de forma a aumentar a pressão da água; 	<ul style="list-style-type: none"> • A radiação directa do sol e o ar podem levar ao aparecimento de bactérias, algas e mosquitos;
Tanques enterrados/semi-enterrados	<ul style="list-style-type: none"> • A terra localizada à volta do tanque possibilita uma melhor sustentação deste, permitindo que a espessura das paredes seja mais fina e, deste modo, que os custos sejam inferiores; 	<ul style="list-style-type: none"> • A extracção de água é mais complicada, requerendo, muitas vezes, o recurso de bombas;
	<ul style="list-style-type: none"> • É mais difícil de esvaziar se se deixar a torneira aberta; 	<ul style="list-style-type: none"> • As fugas são difíceis de detectar;
	<ul style="list-style-type: none"> • Não dá nas vistas, é discreto; 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior probabilidade de contaminação da água do tanque devido à água proveniente do solo ou de inundações;
	<ul style="list-style-type: none"> • A água é fresca; 	<ul style="list-style-type: none"> • A estrutura pode ser danificada por raízes de árvores ou pela subida das águas subterrâneas;
	<ul style="list-style-type: none"> • Alguns utilizadores preferem porque se assemelha a um poço; 	<ul style="list-style-type: none"> • Se o tanque não for devidamente coberto pode apresentar riscos de acidentes com crianças ou a água ser contaminada com pequenos animais;
	<ul style="list-style-type: none"> • Sem luz e sem calor, a actividade biológica é reduzida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pode acontecer que veículos pesados danifiquem o tanque;
		<ul style="list-style-type: none"> • É mais difícil de esvaziar para limpeza.

4.5. Distribuição

A distribuição depende da localização do reservatório e do local da fonte de consumo, sendo que pode ser feita por gravidade ou por bombagem. A distribuição por gravidade implica o transporte da água pluvial até ao local de consumo final por acção da gravidade. A distribuição por bombagem envolve o recurso a uma bomba, para elevar a água a cotas superiores à do reservatório. Uma das desvantagens do uso de bombas é o consumo de energia. Sempre que possível deve utilizar-se a gravidade de modo a poupar energia e, consequentemente, a economizar custos.

As bombas devem ser de funcionamento automático e permitirem o uso alternativo de água da rede pública. As suas instalações deverão, sempre que o seu posicionamento o justifique, possuir isolamento acústico, de modo a atenuar os ruídos e vibrações que, de alguma forma, podem perturbar os utentes das edificações (Santos, 2011). Além disso, o sistema de bombagem arranca sempre que houver consumo e pára sempre que o consumo termina, permitindo um uso eficiente da energia (Sacadura, 2011). As bombas devem ainda possuir um sistema equivalente

que não permita o arrastamento das partículas sedimentadas ou flutuantes para a tubagem ou ter um filtro dentro do reservatório.

4.6. Manutenção dos sistemas de aproveitamento de água pluvial

A manutenção dos sistemas de aproveitamento de água pluvial é imprescindível para garantir a qualidade da água. De modo a garantir essa qualidade, na concepção e na instalação dos sistemas, o Decreto Regulamentar 23/95 indica que devem ficar asseguradas as acessibilidades necessárias para que todas as operações de manutenção possam ser feitas de forma adequada e fácil.

De acordo com a ETA 0701:

- As inspecções podem ser realizadas pelos utilizadores, mas, nos âmbitos da manutenção dos sistemas de bombagem e de tratamento, deve considerar-se a intervenção de técnicos especializados;
- Quando se utilizem, nas operações de manutenção ou higienização, produtos potencialmente nocivos para a saúde humana ou para o ambiente, devem tomar-se medidas que impeçam o lançamento dos efluentes resultantes dessas operações no ciclo pluvial natural ou na rede de drenagem de águas residuais sem a necessária verificação de compatibilidade com os componentes naturais, canalizações e órgãos de tratamento a jusante, recorrendo a pré-tratamento, quando necessário;
- As operações semestrais de manutenção devem ter lugar no início e no final da época das chuvas, preferencialmente.

A limpeza e a remoção dos detritos não só das malhas/grades mas também dos filtros é indispensável para maximizar a eficiência de aproveitamento de água e garantir a qualidade. Em filtros com manutenção e limpezas regulares pode ser admitida uma eficiência hidráulica (η_f) de 0,9, a menos que as características do sistema recomendem a adopção de outro valor (ETA 0701).

A realização de operações como limpeza, desinfecção e manutenção nos reservatórios é outro aspecto muito relevante e por isso devem estar dotados com descargas de fundo e de by-pass, a menos que sejam constituídos por mais de uma célula. Devem ainda, de acordo com a ETA 0701 ser constituídos com cantos arredondados para facilitar a manutenção e para evitar o desenvolvimento de biofilmes. Os reservatórios devem ser examinados, no que diz respeito à acumulação de lamas, com uma frequência de 2-3 anos, ou sempre que os sedimentos sejam visíveis na água (Bertolo, 2006). Apesar da existência de uma malha/grade nas caleiras e de,

posteriormente, um sistema de filtração, o reservatório pode por vezes apresentar lamas, necessitando de inspecção para evitar criar um ambiente propício à sobrevivência e desenvolvimento de microrganismos. Normalmente as tubagens de saída de água localizam-se perto do fundo dos reservatórios, e à medida que a lama se acumula a probabilidade do material ficar em suspensão e ser removido pela água pluvial aumenta (Bertolo, 2006).

De acordo com o artigo 262º do Decreto Regulamentar 23/95, as instalações elevatórias devem ser implantadas em locais que permitam uma fácil inspecção e manutenção e minimizem os efeitos de eventuais ruídos, vibrações ou cheiros. No caso da utilização de bombas submersíveis, estas deverão ser facilmente removíveis, para permitir as operações de manutenção (ETA 0701). O Quadro 4.3 refere a frequência de manutenção que se deve ter nos diferentes componentes que constituem um SAAP.

Quadro 4.3 - Frequência da manutenção de cada etapa num sistema de aproveitamento de águas pluviais
(Fonte: ETA 0701)

Componentes	Frequência da manutenção
Filtros	Inspecção e limpeza semestrais
Sistema de desvio do <i>first flush</i>	Inspecção semestral e limpeza anual (se automático) ou semestral (se manual)
Caleiras e tubos de descarga	Inspecção e limpeza semestrais
Órgãos de tratamento/desinfecção	Inspecção mensal e manutenção anual
Sistema de bombagem	De acordo com as indicações do fabricante
Cisterna	Inspecção anual e limpeza e higienização de 10 em 10 anos (no máximo)
Unidades de controlo	Inspecção semestral e manutenção anual
Canalizações e acessórios	Inspecção anual

5. Metodologia

5.1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para avaliar a viabilidade dos sistemas complementares de abastecimento de água - SAAP, nomeadamente para os usos não potáveis. Para tal, foi efectuada uma estimativa do aproveitamento de água pluvial para cada região de Portugal Continental com base nas precipitações ocorridas entre 1990 e 2012.

Previamente procedeu-se à recolha de dados, que incluiu a identificação dos distritos e estações meteorológicas, as áreas dos distritos e a população residente em cada distrito.

Por último, com o objectivo de verificar a região que permite um maior aproveitamento de água pluvial, aplicaram-se os valores estimados a um caso de estudo, no qual se admitiu uma habitação com uma determinada tipologia. De modo a confirmar o potencial dos SAAP, foram estimados os custos associados à poupança de água e uma monitorização económica na própria habitação.

5.2. Recolha de dados

Numa primeira fase, e tendo como objectivo a determinação da precipitação em cada distrito, utilizou-se o mapa dos distritos de Portugal (NUTS III) e o mapa das estações meteorológicas, por forma a obter a intersecção destes dois (Figura 5.1).

De acordo com a NUTS III, os 28 distritos de Portugal Continental são divididos em: Minho-Lima, Cávado, Ave, Alto Trás-os-Montes, Grande Porto, Tâmega, Douro, Entre Douro e Vouga, Baixo Vouga, Dão-Lafões, Beira Interior Norte, Serra da Estrela, Baixo Mondego, Pinhal Interior Norte, Cova da Beira, Beira Interior Sul, Pinhal Litoral, Pinhal Interior Sul, Médio Tejo, Oeste, Lezíria do Tejo, Alto Alentejo, Grande Lisboa, Península de Setúbal, Alentejo Central, Alentejo Litoral, Baixo Alentejo e Algarve.

De acordo com o mapa das estações meteorológicas (42), verifica-se a seguinte distribuição (SNIRH, 2013): Ponte de Lima, Ponte da Barca, Portelinha, Travancas, Barcelos, Deilão, Pinelo, Rio torto, Sta Marta Montanha, Amarante, Folgares, Escalhão, Pinhel, Castro Daire/lamelas, B. Castelo Burgães, Pega, Covilhã, Sta. Comba dão, Soure, Rego da Murta, Vila Velha de Rodão, Ladoeiro, Cela, Abrantes, Castelo de Vide, Pragança, Chouto, S. Julião do

tojal, B. Magos, Pavia, B. Caia, Vila Viçosa, Moinhola, Viana do Alentejo, Reguengos, Grândola, Serpa, Castro verde, Relíquias, Martim Longo, São Brás de Alportel e Alb. Bravura.

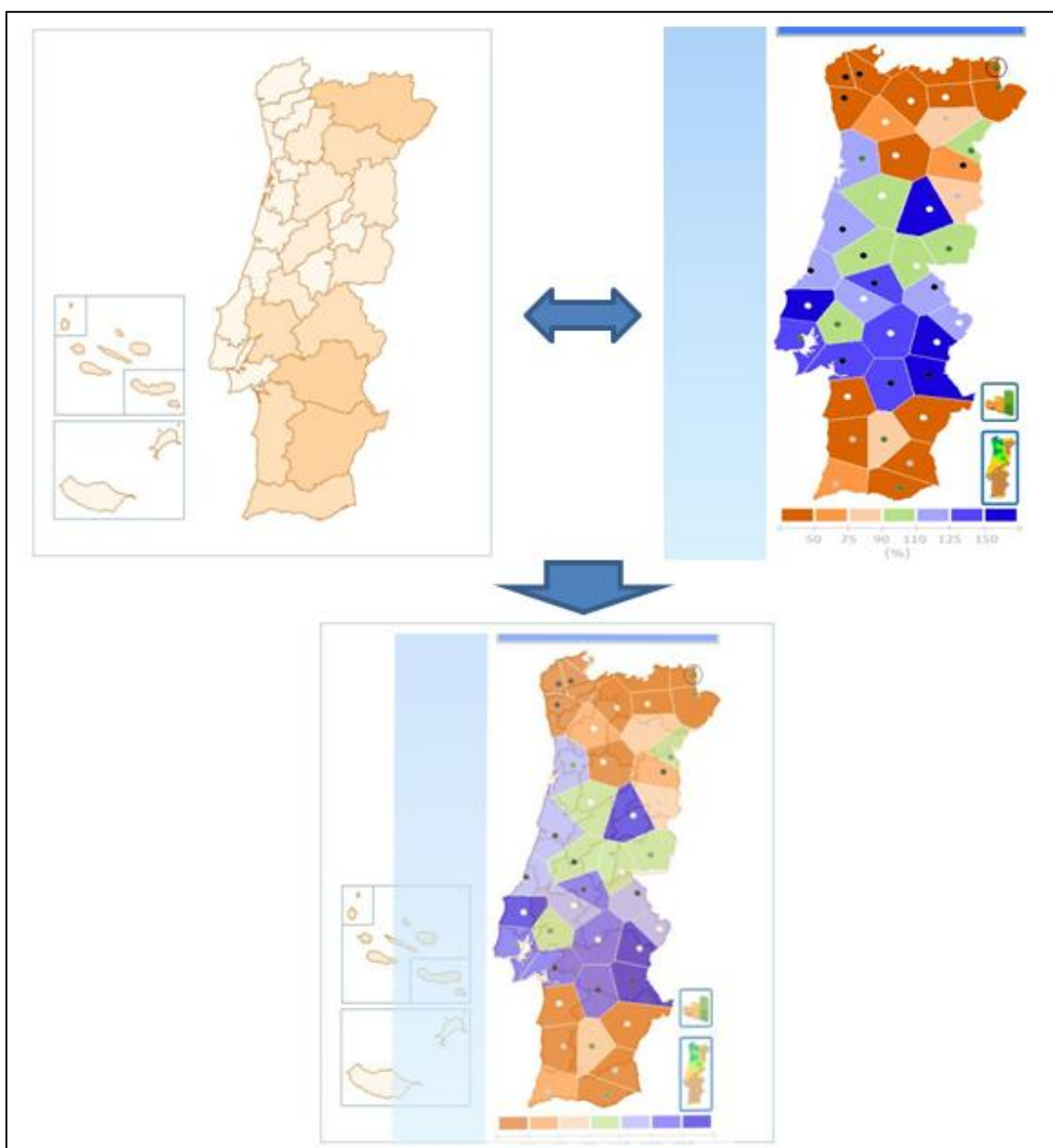


Figura 5.1 - Intersecção do mapa dos distritos de Portugal (NUTS III) com o mapa das estações meteorológicas

5.2.1. População residente

A população residente é composta pelos moradores que têm a unidade domiciliar como local de residência habitual, independentemente de estarem presentes ou ausentes, temporariamente por período não superior a 12 meses, em relação à data do preenchimento dos questionários para o recenseamento geral da população.

De acordo com o INE (2013), a população residente em Portugal Continental é composta por 10 047 621 habitantes, sendo dividida por distritos, como indicam os Quadros 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5.

Quadro 5.1 - População residente de cada distrito da região Norte (Fonte: INE, 2013)

Região	Distrito	População Residente total (hab.)
Norte	Minho-Lima	244 836
	Cávado	410 169
	Ave	511 737
	Alto Trás-os-Montes	204 381
	Grande Porto	1 287 282
	Tâmega	550 516
	Douro	205 902
	Entre Douro e Vouga	274 859

Quadro 5.2 - População residente de cada distrito da região Centro (Fonte: INE, 2013)

Região	Distrito	População Residente total (hab.)
Centro	Baixo Vouga	390 822
	Dão-Lafões	277 240
	Beira Interior Norte	104 417
	Serra da Estrela	43 737
	Baixo Mondego	332 326
	Pinhal Interior Norte	131 468
	Cova da Beira	87 869
	Beira Interior Sul	75 028
	Pinhal Litoral	260 942
	Pinhal Interior Sul	40 705
	Médio Tejo	220 661
	Oeste	362 540

Quadro 5.3 - População residente de cada distrito da região de Lisboa (Fonte: INE, 2013)

Região	Distrito	População Residente total (hab.)
Lisboa	Lezíria do Tejo	247 453
	Alto Alentejo	118 410
	Grande Lisboa	2 042 477
	Península de Setúbal	779 399

Quadro 5.4 - População residente de cada distrito da região do Alentejo (Fonte: INE, 2013)

Região	Distrito	População Residente total (hab.)
Alentejo	Alentejo Central	166 822
	Alentejo Litoral	97 925
	Baixo Alentejo	126 692
	Algarve	451 006

Quadro 5.5 - População residente de cada distrito da região do Algarve (Fonte: INE, 2013)

Região	Distrito	População Residente total (hab.)
Algarve	Algarve	451 006

5.2.2. Área

A área é definida pela extensão compreendida dentro de certos limites de Portugal Continental e corresponde a 88 852,07 km² (INE, 2004). Posto isto, a área é dividida pelas regiões indicadas no Quadro 5.6.

Quadro 5.6 - Área total de cada região (Fonte: INE, 2004)

	Área Total (km²)
Norte	21 282,77
Centro	28 180,6
Lisboa	2 900,97
Alentejo	31 491,97
Algarve	4 995,76

A área está distribuída de acordo com a ocupação do solo em territórios artificializados, agricultura, agricultura com áreas naturais, floresta e vegetação natural. A Figura 5.2 apresenta as percentagens de cada classe de ocupação do solo em cada região. No entanto, para o desenvolvimento deste trabalho, considera-se apenas a área de territórios artificializados, uma vez que é nesta em que domina o tecido urbano e onde a população pode recolher água pluvial utilizando em fins não potáveis.

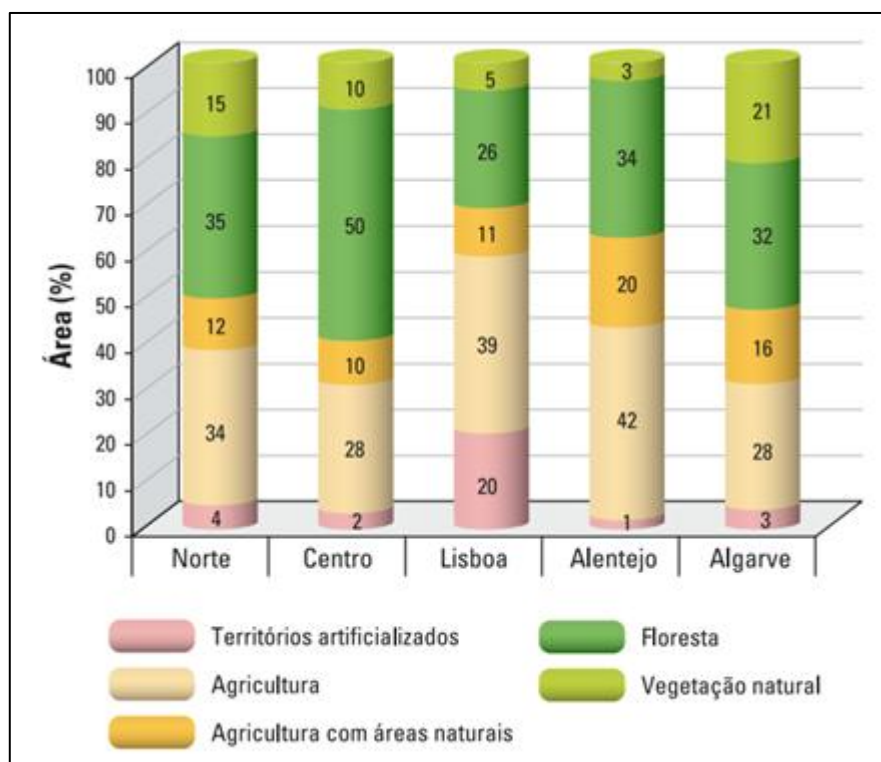


Figura 5.2 - Percentagem de cada classe de ocupação do solo em cada região (Fonte: Caetano *et al.*, 2005)

O Quadro 5.7 apresenta a área de cada classe de ocupação do solo, tendo por base a multiplicação das áreas totais pela respectiva percentagem. No entanto, como referido anteriormente, para este trabalho considera-se apenas a área de territórios artificializados.

Quadro 5.7 - Área de cada classe de ocupação do solo em cada região em km²

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Vegetação natural	3 192	2 818	145	945	1 049
Floresta	7 449	14 090	754	10 707	1 599
Agricultura com áreas naturais	2 554	2 818	319	6 298	799
Agricultura	7 236	7 891	1 131	13 227	1 399
Territórios artificializados	851	564	580	315	150

5.3. Procedimento

Com base na intersecção dos mapas apresentados na Figura 5.1, realizaram-se os seguintes procedimentos:

- Cálculo da média dos valores de precipitação mensal (valores acumulados do mês) das estações meteorológicas referentes aos anos 1990/1991 até 2011/2012 que englobam o distrito, de modo a estabelecer os valores de precipitação mensal de cada distrito;

- Agrupamento dos distritos em regiões (NUTS II), nomeadamente Norte, Centro, Lisboa Alentejo e Algarve;
- Cálculo da precipitação média anual acumulada de cada região para os anos entre 1990/1991 até 2011/2012, através da soma dos valores de precipitação de todos os meses para cada distrito, seguindo com a média dos valores de cada distrito para obtermos o valor de precipitação anual para cada região;
- Determinação do ano seco e do ano húmido para cada região. Foi determinado tendo por base a expressão de função distribuição empírica:

$$F(x)_{emp} = \frac{n}{N + 1}$$

E posteriormente, pela função distribuição teórica, obtida através da expressão:

$$F(x)_{teórico} = F(z)$$

Sendo,

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

- Elaboração de um gráfico com as precipitações médias anuais acumuladas de cada região ao longo dos anos (1990/1991 – 2011/2012) e observação dos anos secos e anos húmidos de cada região;
- Cálculo da precipitação mensal acumulada para cada região nos anos secos e nos anos húmidos;
- Elaboração dos gráficos com as precipitações mensais acumuladas para cada região nos anos seco e húmido.

Após conclusão dos procedimentos anteriores, e tendo em conta a população de cada região e uma capitação admitida de 150 L/hab.dia, foi calculado o volume anual consumido em cada região de acordo com a expressão:

$$(1) \text{ Volume } (m^3) = \text{Capitação } (m^3/\text{hab dia}) \times \text{População } (hab)$$

Tendo por base de comparação o volume anual consumido e de modo a verificar a utilidade do aproveitamento da água pluvial, foi estimado o volume total possível de aproveitamento em cada região. O cálculo desse volume foi obtido através da seguinte expressão:

$$(2) \text{ Volume } (m^3) = \text{Precipitação } (m^3/m^2) \times \text{Área } (m^2)$$

De forma expedita foi calculado o volume total anual possível de aproveitamento, tendo em conta os anos secos e húmidos, os valores acumulados de precipitação para cada região e a área efectivamente ocupada.

5.4. Caso de estudo

O caso de estudo utilizado teve como base a própria habitação. Uma habitação unifamiliar (4 residentes), composta por vivenda de 4 pisos, uma garagem e jardim exterior, sendo caracterizada por uma área de captação de 100 m². Para o cálculo do volume total anual consumido e o volume total mensal consumido, admitiu-se uma captação de 150 L/hab.dia.

Por forma a verificar o potencial de aproveitamento a nível de Portugal Continental, a habitação em estudo foi hipoteticamente deslocada para cada uma das regiões do país.

Numa primeira etapa foi calculado o volume máximo e mínimo anual aproveitado por região e respectivas percentagens de aproveitamento, tanto para o ano seco como para o ano húmido. Para calcular os respectivos volumes máximos e mínimos anuais foram utilizados os valores máximos de precipitação total média anual dos distritos (valor máximo) e os valores mínimos de precipitação total média anual dos distritos (valor mínimo) para cada região. Neste estudo, usaram-se os valores de precipitação total média anual dos distritos, em vez das precipitação total média anual das regiões, de modo a evitar maiores erros de cálculo. Posteriormente, esses valores foram multiplicados pela área da habitação obtendo-se os volumes recolhidos.

Na segunda etapa procedeu-se de igual modo, tendo sido calculado o volume máximo mensal aproveitado por região e respectivas percentagens de aproveitamento tanto para o ano seco como para o ano húmido.

Por fim, foram estimados os custos associados à poupança com o SAAP (não tendo sido contemplados os custos de instalação e manutenção do sistema). De modo a verificar o potencial de poupança de água foi elaborada uma monitorização económica usando a própria habitação. Este procedimento teve por base a recolha de água de um telhado com 7,5 m² de área. A água recolhida foi usada apenas para descargas de autoclismos e para usos exteriores.

6. Resultados

6.1. Determinação do ano seco e do ano húmido

A determinação do ano seco e do ano húmido teve por base a função distribuição teórica, representadas no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 - Função distribuição teórica em cada ano hidrológico para cada região

Norte		Centro		Lisboa		Alentejo		Algarve	
Ano	F(x) teórico	Ano	F(x) teórico	Ano	F(x) teórico	Ano	F(x) teórico	Ano	F(x) teórico
04/05	0,045	04/05	0,023	04/05	0,007	04/05	0,014	04/05	0,014
01/02	0,085	01/02	0,134	94/95	0,052	08/09	0,068	11/12	0,056
08/09	0,138	91/92	0,160	91/92	0,079	11/12	0,107	08/09	0,062
11/12	0,143	07/08	0,164	98/99	0,155	94/95	0,120	98/99	0,094
07/08	0,162	11/12	0,172	08/09	0,227	91/92	0,202	94/95	0,137
91/92	0,283	08/09	0,187	01/02	0,261	98/99	0,221	91/92	0,248
03/04	0,337	98/99	0,263	92/93	0,279	07/08	0,252	03/04	0,377
05/06	0,398	94/95	0,299	99/00	0,322	01/02	0,397	06/07	0,389
98/99	0,402	92/93	0,424	03/04	0,415	03/04	0,409	93/94	0,538
10/11	0,419	05/06	0,429	07/08	0,423	92/93	0,412	02/03	0,564
92/93	0,450	03/04	0,434	11/12	0,436	99/00	0,563	01/02	0,572
99/00	0,578	99/00	0,545	96/97	0,554	05/06	0,571	07/08	0,578
94/95	0,606	10/11	0,580	93/94	0,573	02/03	0,642	10/11	0,611
06/07	0,609	06/07	0,659	02/03	0,574	93/94	0,673	99/00	0,613
09/10	0,619	96/97	0,684	90/91	0,682	06/07	0,688	90/91	0,624
96/97	0,633	02/03	0,710	06/07	0,742	90/91	0,689	92/93	0,643
90/91	0,664	90/91	0,716	05/06	0,806	10/11	0,709	05/06	0,663
02/03	0,741	09/10	0,721	00/01	0,849	09/10	0,745	96/97	0,832
93/94	0,816	93/94	0,767	97/98	0,886	96/97	0,749	09/10	0,856
95/96	0,907	97/98	0,931	10/11	0,907	00/01	0,934	00/01	0,860
97/98	0,924	95/96	0,945	09/10	0,924	97/98	0,945	97/98	0,925
00/01	0,988	00/01	0,980	95/96	0,965	95/96	0,974	95/96	0,981

A partir dos valores da função distribuição teórica são estabelecidos as classificações climáticas representadas no Quadro 6.2.

Quadro 6.2 - Classificação climática de acordo com a função distribuição teórica

Ano	F(z)
Muito Seco	0,05
Seco	0,20
Médio	0,50
Húmido	0,80
Muito Húmido	0,95

Da análise do Quadro 6.1 verifica-se que o ano mais seco em todas as regiões foi o ano 2004/2005 e de acordo com o Quadro 6.2, os anos secos de todas as regiões são considerados anos extremamente secos, com valores inferiores a 0,05. Em relação ao ano húmido, este foi registado em 2000/2001 para a região do Norte e Centro e em 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve. De acordo com o Quadro 6.2, os anos são considerados muito húmidos, com valores superiores a 0,95.

Na Figura 6.1 estão representados os valores de precipitação total média anual (Anexo 1) no período entre 1990 e 2012, verificando-se o ano seco e o ano húmido de cada região.

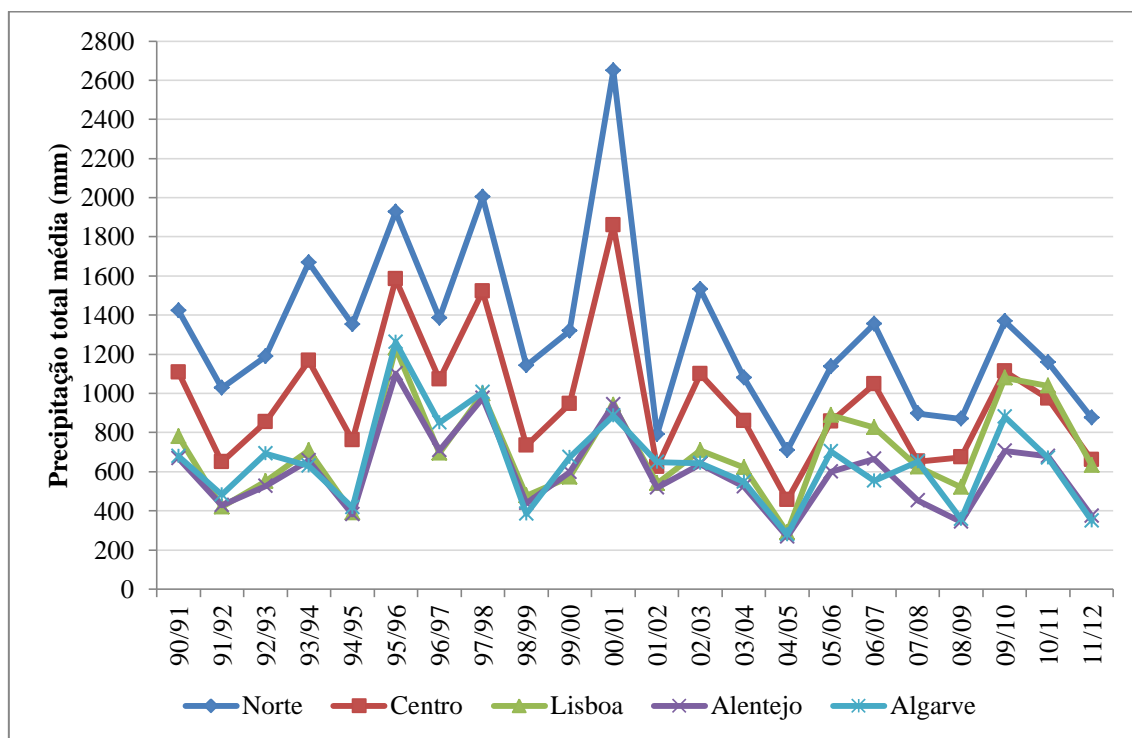


Figura 6.1 - Evolução da precipitação total média anual entre 1990 e 2012 em Portugal Continental

Em termos de precipitação registou-se no ano seco 709,5 mm para o Norte, 454,1 mm para o Centro, 289,7 mm para Lisboa, 267,9 mm para o Alentejo e 277,0 mm para o Algarve. No ano

húmido foram registados valores como 2 649,6 mm para o Norte, 1 857,7 mm para o Centro, 1 231,6 mm para Lisboa, 1 101,4 mm para o Alentejo e 1 262,0 mm para o Algarve.

No ano seco (2004/2005) é possível identificar quais os meses com menor pluviosidade. Na generalidade, verifica-se que a região Norte é mais chuvosa, diminuindo à medida que se avança para o Sul, sendo o Algarve uma região com pouca pluviosidade durante todo o ano. O mês de Agosto é sempre um mês de fraca pluviosidade (Quadro 6.3).

Quadro 6.3 - Precipitação total média mensal (mm) em Portugal Continental no ano seco (2004/2005)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Out	266,1	191,9	116,3	113,6	89,1
Nov	24,6	24,0	23,0	18,4	14,5
Dez	68,3	49,9	29,3	30,2	56,0
Jan	20,3	6,1	2,9	2,0	1,2
Fev	27,3	27,8	6,1	11,4	22,0
Mar	105,8	54,1	38,0	36,5	39,7
Abr	64,5	45,4	22,4	14,3	6,6
Mai	57,1	23,8	28,7	27,1	25,7
Jun	16,1	1,7	2,7	2,8	6,2
Jul	19,8	9,2	7,4	4,0	9,6
Ago	3,9	4,4	5,2	3,1	2,0
Set	35,7	15,7	7,7	4,4	4,5
Total	709,5	454,1	289,7	267,9	277,0

Na Figura 6.2 apresenta-se a evolução da precipitação total média mensal para o ano seco. Destaca-se que as regiões do Norte e Centro são as que têm maiores valores de precipitação total. O Alentejo e Algarve são as regiões com menor valor de precipitação total.

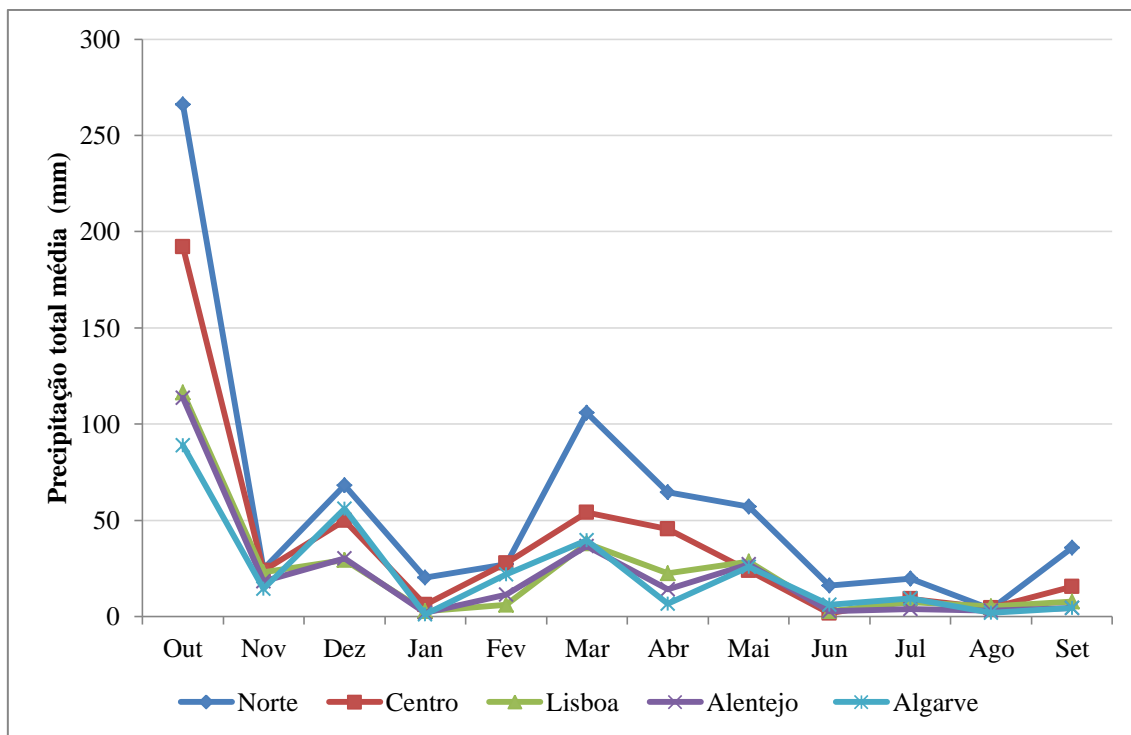


Figura 6.2 - Evolução da precipitação total média mensal em Portugal Continental no ano seco (2004/2005)

No Norte, o valor máximo registado foi em Outubro, com 266,1 mm. Nos meses seguintes, registaram-se mais 2 picos de precipitação, isto é, 68,3 mm em Dezembro e 105,8 mm em Março. Por outro lado, o valor mínimo de precipitação registou-se no mês de Agosto, com 3,9 mm.

No Centro, verifica-se que o valor máximo de precipitação é registado igualmente em Outubro, com 191,9 mm, acompanhando o Norte com 2 picos de precipitação, um em Dezembro, de 49,9 mm e o outro em Março, de 54,1 mm. O resto do ano não excedeu os 50 mm. Janeiro, Junho e Agosto apresentaram os valores mais baixos de precipitação, com 6,1 mm, 1,7 mm e 4,4 mm, respectivamente.

Em Lisboa, o valor máximo registado foi igualmente em Outubro com apenas 116,3 mm, registando-se no resto do ano, valores baixos de precipitação. Janeiro e Junho exibem a precipitação mínima com 2,9 mm e 2,7 mm, respectivamente.

O Alentejo registou 113,6 mm no mês de Outubro, sendo o mês de maior precipitação. No resto dos meses registaram-se valores baixos de precipitação, valores abaixo de 25 mm, com a

excepção de Dezembro, Março e Maio, em que se registaram 30,2 mm, 36,5 mm e 27,1 mm, respectivamente.

O Algarve apresentou valores particularmente baixos de precipitação. O valor de maior precipitação foi o de Outubro, com apenas 89,1 mm.

No ano húmido, a pluviosidade é superior ao ano seco em todas as regiões. No entanto, é possível verificar que as regiões Norte e Centro são as mais chuvosas (Quadro 6.4).

Quadro 6.4 - Precipitação total média mensal (mm) em Portugal Continental no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Out	124,3	88,7	47,7	26,0	13,7
Nov	360,0	256,8	216,0	172,4	159,3
Dez	542,6	483,5	252,4	243,7	306,0
Jan	487,3	407,6	361,6	327,2	364,7
Fev	183,3	139,2	90,8	70,9	86,0
Mar	647,0	306,9	68,0	69,3	182,5
Abr	81,5	27,0	25,9	30,7	31,9
Mai	114,9	76,9	131,6	110,3	83,1
Jun	6,0	5,0	0,0	0,5	0,0
Jul	44,2	24,9	0,0	0,9	0,0
Ago	33,5	8,1	0,3	2,4	0,0
Set	25,1	32,9	37,5	47,1	34,9
Total	2 649,6	1 857,7	1 231,6	1 101,4	1 262,0

Na Figura 6.3 apresenta-se a evolução da precipitação total média mensal no ano húmido para a região do Norte e do Centro. Destaca-se que os meses de Dezembro e de Março são os que têm maiores valores de precipitação. Na Figura 6.4 apresenta-se a evolução da precipitação total média mensal no ano húmido para a região de Lisboa, Alentejo e Algarve. Os meses de Janeiro, Março e Maio são os mais significativos em termos de precipitação.

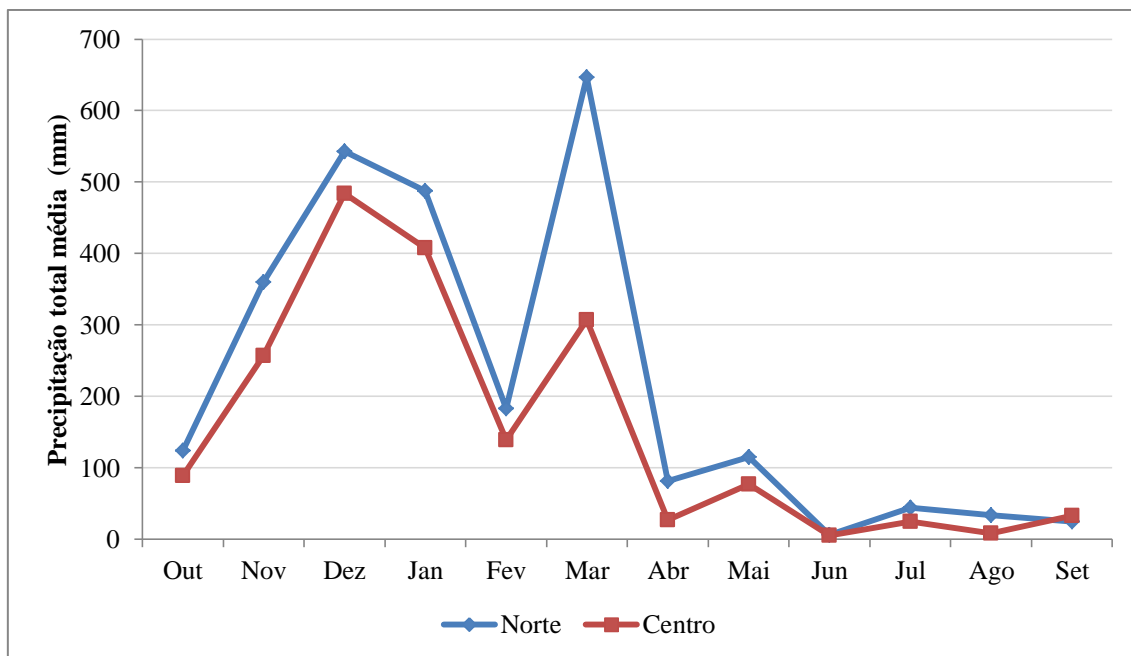


Figura 6.3 - Evolução da precipitação total média mensal em Portugal Continental no ano húmido (2000/2001)

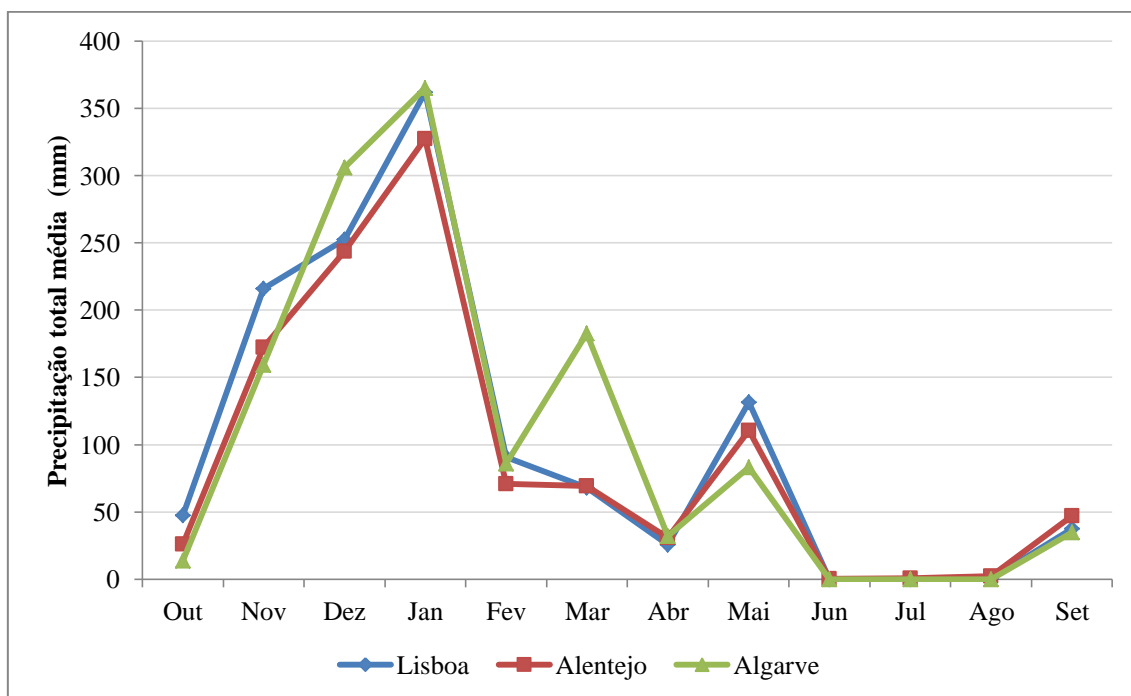


Figura 6.4 - Evolução da precipitação total média mensal em Portugal Continental no ano húmido (1995/1996)

De acordo com o Quadro 6.4, a região do Norte e do Centro assinalou 2 picos significativos de precipitação. Um ocorrido no mês de Dezembro, com 542,6 mm no Norte e 483,5 mm no Centro, e o outro no mês de Março, em que se registaram 647,0 mm no Norte e 306,9 mm no Centro. Os valores mais baixos registaram-se em Junho, com 6,0 mm no Norte e 5,0 mm no Centro.

Em Lisboa verificaram-se 2 picos de precipitação, um assinalado no mês de Janeiro e outro no mês de Maio, com 361,6 mm e 131,6 mm, respectivamente. O Alentejo no mês de Janeiro registou uma precipitação de 327,2 mm, seguido de outro pico no mês de Maio com 110,3mm. O Algarve regista 3 picos que vão decrescendo. O primeiro, em Janeiro, com 364,7 mm, seguido do mês de Março, com 182,5 mm, e finalmente o terceiro no mês de Maio, com 83,1 mm. Os valores mínimos de precipitação registados nestas 3 regiões foram os meses de Junho, Julho e Agosto. Registou-se inclusivamente a ausência de precipitação em Lisboa nos meses de Junho e Julho e nos meses de Junho, Julho e Agosto relativamente ao Algarve.

6.2. Estimativa de volumes consumidos em cada região

Utilizando a expressão (1) indicada no capítulo 5.3., e admitindo uma capitação de 150 L/hab.dia igual para todas as regiões, o volume total consumido anualmente em cada região foi calculado e apresentado no Quadro 6.5.

Quadro 6.5 - Volume total consumido em cada região de Portugal Continental

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
População (hab)	3 689 682	2 327 755	2 821 876	757 302	451 006
Capitação (L/hab dia)	150	150	150	150	150
Capitação (m³/hab dia)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Volume total consumido Anual (m³)	202 010 090	127 444 586	154 497 711	41 462 285	24 692 579

Tendo em consideração a população de cada região de Portugal Continental (INE, 2013), e admitindo uma capitação de 150 L/hab.dia, o volume total consumido em todo o Norte é de cerca de 202 010 090 m³. Lisboa apresenta o segundo maior consumo de Portugal Continental, com 154 497 711 m³, seguindo o Centro com 127 444 586 m³ e por fim o Alentejo e o Algarve com 41 462 285 m³ e 24 692 579 m³, respectivamente.

6.3. Estimativa de volumes de aproveitamento de água pluvial no ano seco em cada região

De um modo geral, utilizando a expressão (2) indicada no capítulo 5.3., o volume total de água aproveitado num ano seco em cada região é o representado no Quadro 6.6.

Quadro 6.6 - Volume total de água aproveitado em cada região de Portugal Continental no ano seco (2004/2005)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Área territórios artificializados (km ²)	851,3	563,6	580,2	314,9	149,9
Área territórios artificializados (m ²)	851 310 800	563 612 000	580 194 000	314 919 700	149 872 800
Valor acumulado do ano (mm)	709,5	454,1	289,7	267,9	277,0
Valor acumulado do ano (m ³ /m ²)	0,71	0,45	0,29	0,27	0,28
Volume total de água Anual (m ³)	603 972 328	255 957 188	168 096 707	84 360 419	41 519 761

Caso fosse possível recolher todo o volume de água resultante da precipitação nas zonas artificializadas durante um ano seco, no Norte seria possível armazenar cerca de 603 972 328 m³. Na região Centro era possível recolher cerca de 255 957 188 m³, seguindo o Lisboa com 168 096 707 m³. Finalmente Alentejo e Algarve com 84 360 419 m³ e 41 519 761 m³, respectivamente (Quadro 6.6).

6.4. Estimativa de volumes de aproveitamento de água pluvial no ano húmido, em cada região

Igualmente, de um modo geral, utilizando a expressão (2) indicada no capítulo 5.3, o volume total de água aproveitado num ano húmido em cada região é expresso no Quadro 6.7.

Quadro 6.7 - Volume total de água aproveitado em cada região de Portugal Continental no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Área territórios artificializados (km ²)	851	564	580	315	150
Área territórios artificializados (m ²)	851 310 800	563 612 000	580 194 000	314 919 700	149 872 800
Valor acumulado do ano (mm)	2 649,6	1 857,7	1 231,6	1 101,4	1 262,0
Valor acumulado do ano (m ³ /m ²)	2,65	1,86	1,23	1,10	1,26
Volume total de água Anual (m ³)	2 255 618 780	1 047 029 371	714 552 426	346 840 321	189 144 469

Tal como no ano seco, caso fosse possível recolher todo o volume de água resultante da precipitação nas zonas artificializadas durante um ano húmido, seria possível aproveitar quantidades muito superiores. No Norte seria possível recolher cerca de 2 255 618 780 m³,

seguindo a região Centro com 1 047 029 371 m³. Finalmente Lisboa, Alentejo e Algarve com 714 552 426 m³, 346 840 321 m³ e 189 144 469 m³, respectivamente (Quadro 6.7).

6.5. Caso de estudo

No caso de estudo foi utilizada a própria habitação, uma habitação unifamiliar. Como referido anteriormente, é utilizada uma área com 100 m², com 4 residentes e admitindo uma captação de 150 L/hab.dia. A caracterização da habitação apresenta-se no Quadro 6.8.

Quadro 6.8 – Caracterização da habitação em estudo

Área coberta (m ²)	População	Captação (m ³ /hab dia)	Volume consumido Anual (m ³)	Volume consumido Mensal (m ³)
100	4	0,15	219	18

Recorrendo à expressão (1) indicada no capítulo 5.3, obtiveram-se os volumes totais consumidos anualmente e mensalmente, 219 m³ e 18 m³, respectivamente.

6.5.1. Estimativa de aproveitamento de água pluvial no ano seco

Por forma a calcular os volumes de aproveitamento de água pluvial foram utilizados os valores máximos de precipitação total média anual dos distritos - valor máximo, Anexo 16 e os valores mínimos de precipitação total média anual dos distritos - valor mínimo, Anexo 16, para cada região (Quadro 6.9).

Quadro 6.9 - Valores máximos e mínimos de precipitação anual em cada região de Portugal Continental no ano seco (2004/2005)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Valor máximo (mm)	950,5	635,4	306,7	312,8	277,0
Valor mínimo (mm)	501,9	350,1	272,8	231,4	277,0
Valor máximo (m ³ /m ²)	0,95	0,64	0,31	0,31	0,28
Valor mínimo (m ³ /m ²)	0,50	0,35	0,27	0,23	0,28

Através desses valores (máximos e mínimos) calcularam-se os volumes máximos e mínimos aproveitados para a habitação e respectivas percentagens de aproveitamento (Quadro 6.10).

Quadro 6.10 - Volume de água aproveitado anualmente e respectivas percentagens de aproveitamento pela habitação em cada região no ano seco (2004/2005)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Volume máximo aproveitado (m³)	95,1	63,5	30,7	31,3	27,7
Volume mínimo aproveitado (m³)	50,2	35,0	27,8	23,1	27,7
Percentagem máxima de aproveitamento (%)	43,4	29,0	14,0	14,3	12,6
Percentagem mínima de aproveitamento (%)	22,9	16,0	12,5	10,6	12,6

Na Figura 6.5 mostram-se as percentagens de aproveitamento de água pluvial para as várias regiões no ano seco. As regiões do Norte e Centro são as zonas com maiores percentagens de aproveitamento.

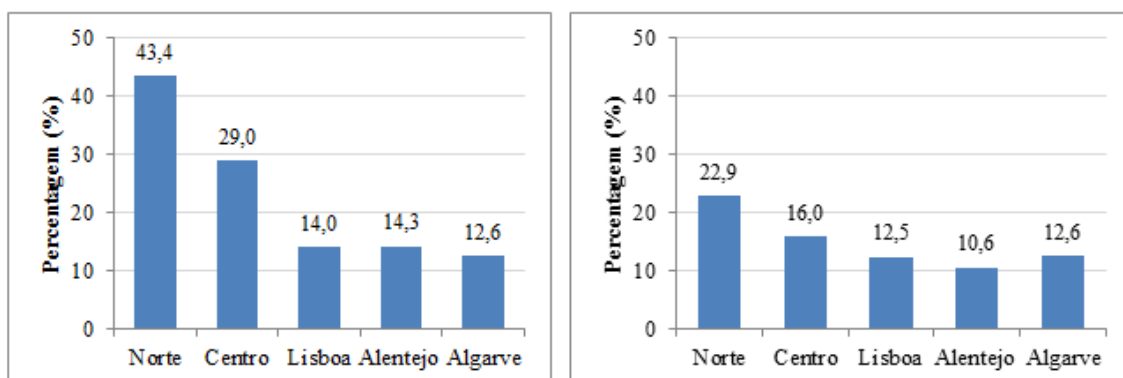


Figura 6.5 - Estimativa de aproveitamento de água pluvial para um ano seco na habitação. Percentagem máxima de aproveitamento (Esquerda) e percentagem mínima de aproveitamento (Direita)

Considerando a localização da habitação na região Norte, a percentagem de aproveitamento de água anual varia entre 22,9% e 43,4%. No Centro varia entre 16,0% e 29,0%. Em Lisboa, entre 12,5% e 14,0%. No Alentejo, entre 10,6% e 14,3%. E no Algarve, a percentagem de aproveitamento é de 12,6% (Figura 6.5).

Os volumes de água aproveitada mensalmente pela habitação em cada região no ano seco e suas percentagens de aproveitamento apresentam-se no Quadro 6.11 e 6.12, respectivamente.

Quadro 6.11 - Volume de água aproveitado mensalmente pela habitação em cada região no ano seco (2004/2005)

	Norte		Centro		Lisboa		Alentejo		Algarve	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Out	19,8	34,2	13,3	28,6	10,5	12,8	9,5	13,1	8,9	8,9
Nov	2,1	3,7	1,6	3,4	2,1	2,5	1,4	2,2	1,5	1,5
Dez	4,7	8,6	2,9	8,5	2,8	3,0	2,5	4,2	5,6	5,6
Jan	1,1	3,6	0,3	1,0	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1
Fev	1,6	3,4	1,2	5,3	0,6	0,7	0,7	1,6	2,2	2,2
Mar	5,9	17,4	4,0	9,3	3,7	3,9	2,7	4,8	4,0	4,0
Abr	4,9	8,4	2,6	7,1	2,1	2,4	0,8	2,2	0,7	0,7
Mai	4,2	7,4	1,6	3,7	2,7	3,0	1,8	3,5	2,6	2,6
Jun	0,6	3,7	0,0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,6	0,6	0,6
Jul	1,1	3,2	0,5	1,3	0,6	0,9	0,2	0,8	1,0	1,0
Ago	0,2	0,6	0,1	0,7	0,4	0,6	0,1	0,5	0,2	0,2
Set	2,5	4,7	0,9	3,0	0,7	0,9	0,2	0,8	0,4	0,4

Quadro 6.12 - Percentagens mensais de aproveitamento de água pela habitação em cada região no ano seco (2004/2005)

	Norte		Centro		Lisboa		Alentejo		Algarve	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Out	110,2	190,3	73,9	158,9	58,2	71,0	52,6	73,0	49,5	49,5
Nov	11,6	20,4	8,8	18,6	11,7	13,9	7,6	12,0	8,1	8,1
Dez	26,0	47,7	16,0	47,5	15,7	16,9	14,1	23,1	31,1	31,1
Jan	6,1	20,1	1,8	5,3	1,5	1,8	0,8	1,5	0,6	0,6
Fev	9,1	18,9	6,7	29,4	3,1	3,7	4,1	8,9	12,2	12,2
Mar	32,8	96,8	22,2	51,8	20,7	21,5	15,1	26,7	22,0	22,0
Abr	27,5	46,6	14,3	39,7	11,5	13,4	4,3	12,5	3,7	3,7
Mai	23,6	41,3	8,9	20,8	15,1	16,8	9,9	19,5	14,3	14,3
Jun	3,2	20,3	0,0	1,8	1,3	1,7	0,6	3,4	3,5	3,5
Jul	6,0	18,0	2,8	7,0	3,4	4,8	1,2	4,5	5,3	5,3
Ago	1,1	3,1	0,4	3,9	2,4	3,4	0,8	2,5	1,1	1,1
Set	13,7	26,2	5,2	16,9	3,6	4,9	1,2	4,7	2,5	2,5

6.5.2. Estimativa de aproveitamento de água pluvial no ano húmido

Como referido anteriormente, para o cálculo das estimativas de volumes de aproveitamento de água pluvial foram utilizados os valores máximos de precipitação total média anual dos distritos - valor máximo, Anexos 7 e 12, e os valores mínimos de precipitação total média anual dos distritos - valor mínimo, Anexos 7 e 12, para cada região (Quadro 6.13).

Quadro 6.13 - Valores máximos e mínimos de precipitação anual em cada região de Portugal Continental no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Valor máximo (mm)	3 116,4	3 129,8	1 263,3	1 201,0	1 262,0
Valor mínimo (mm)	1 867,7	1 128,5	1 199,9	1 004,2	1 262,0
Valor máximo (m³/m²)	3,12	3,13	1,26	1,20	1,26
Valor mínimo (m³/m²)	1,87	1,13	1,20	1,00	1,26

Através desses valores (máximos e mínimos) calculou-se volume máximo e mínimo aproveitado para a habitação e respectivas percentagens de aproveitamento (Quadro 6.14).

Quadro 6.14 - Volume de água aproveitado anualmente e respectivas percentagens de aproveitamento pela habitação em cada região no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Volume máximo aproveitado (m³)	311,6	313,0	126,3	120,1	126,2
Volume mínimo aproveitado (m³)	186,8	112,9	120,0	100,4	126,2
Percentagem máxima de aproveitamento (%)	142,3	142,9	57,7	54,8	57,6
Percentagem mínima de aproveitamento (%)	85,3	51,5	54,8	45,9	57,6

Na Figura 6.6 mostram-se as percentagens de aproveitamento de água pluvial para as várias regiões no ano húmido. É nas regiões Norte e Centro que se verificam os maiores valores de percentagem máxima, enquanto as regiões Norte e Algarve apresentam os maiores valores de percentagem mínima.

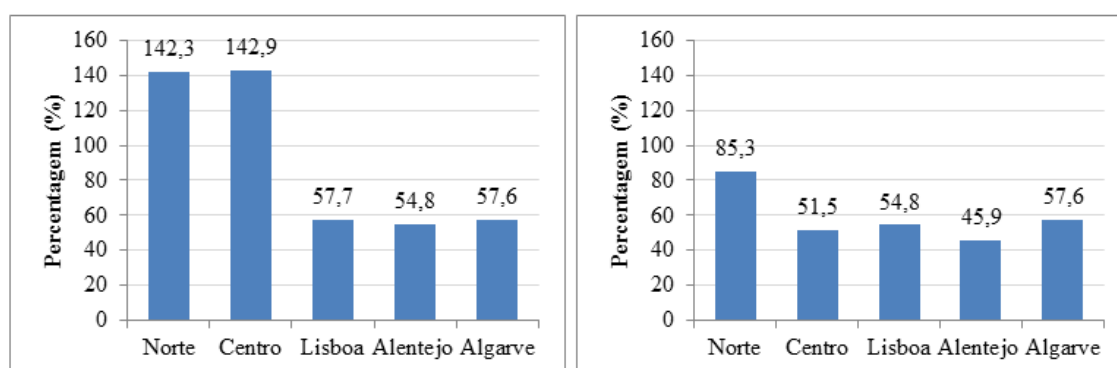


Figura 6.6 - Estimativa de aproveitamento de água pluvial para um ano húmido na habitação. Percentagem máxima de aproveitamento (Esquerda) e percentagem mínima de aproveitamento (Direita)

De acordo com a Figura 6.6, num ano húmido a localização da habitação na região Norte permite um aproveitamento de água anual entre 85,3% e 142,3% e no Centro uma percentagem entre 51,5% e 142,9%. Ambas as regiões apresentam um máximo superior a 100%.

Em Lisboa, a percentagem de aproveitamento varia entre 54,8% e 57,7%. No Alentejo, uma variação entre 45,9% e 54,8%. Por fim o Algarve, com uma percentagem de 57,6%.

Os volumes de água aproveitada mensalmente pela habitação em cada região no ano húmido e suas percentagens de aproveitamento são apresentados nos Quadros 6.15 e 6.16, respectivamente.

Quadro 6.15 - Volume de água aproveitado mensalmente pela habitação em cada região no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)

	Norte		Centro		Lisboa		Alentejo		Algarve	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Out	6,8	16,6	6,2	16,3	4,2	5,3	0,9	4,5	1,4	1,4
Nov	21,2	49,4	16,9	46,1	19,3	23,9	14,0	21,9	15,9	15,9
Dez	38,3	69,8	30,0	95,6	23,8	26,7	20,1	26,8	30,6	30,6
Jan	34,2	63,0	23,9	70,5	35,8	36,5	30,7	34,8	36,5	36,5
Fev	14,1	23,5	7,6	21,0	8,2	9,9	5,9	10,1	8,6	8,6
Mar	47,1	77,0	12,7	55,0	6,6	7,0	5,6	7,6	18,2	18,2
Abr	4,0	11,6	1,5	5,2	2,0	3,2	2,6	3,8	3,2	3,2
Mai	7,5	13,3	5,4	10,2	13,1	13,2	9,5	12,7	8,3	8,3
Jun	0,2	1,2	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Jul	3,2	5,6	0,9	4,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Ago	2,0	5,1	0,3	1,4	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0
Set	2,0	2,9	1,1	8,2	3,7	3,8	3,9	5,3	3,5	3,5

Quadro 6.16 - Percentagens mensais de aproveitamento de água pela habitação em cada região no ano húmido (2000/2001 para o Norte e Centro e 1995/1996 para Lisboa, Alentejo e Algarve)

	Norte		Centro		Lisboa		Alentejo		Algarve	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Out	37,9	92,4	34,3	90,4	23,5	29,4	5,0	24,8	7,6	7,6
Nov	118,0	274,7	93,9	256,1	107,2	132,8	77,7	121,4	88,5	88,5
Dez	212,7	387,9	166,8	530,8	132,4	148,1	111,7	149,1	170,0	170,0
Jan	189,9	349,9	132,6	391,8	199,1	202,7	170,3	193,2	202,6	202,6
Fev	78,4	130,4	42,3	116,6	45,6	55,2	32,7	56,0	47,8	47,8
Mar	261,4	428,0	70,7	305,6	36,5	39,1	31,4	42,0	101,4	101,4
Abr	22,4	64,6	8,2	28,8	10,9	17,8	14,4	21,0	17,7	17,7
Mai	41,5	74,0	29,8	56,8	73,0	73,3	53,0	70,3	46,1	46,1
Jun	1,3	6,6	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0
Jul	17,6	31,3	4,8	25,6	0,0	0,0	0,2	1,2	0,0	0,0
Ago	11,0	28,5	1,4	7,9	0,0	0,3	0,1	2,5	0,0	0,0
Set	11,1	16,1	5,9	45,4	20,3	21,3	21,5	29,3	19,4	19,4

6.6. Estimativa de redução de custos associado ao consumo de água

A despesa relativa à água é resultante da facturação dos consumos. O seu valor final depende dos serviços associados. Numa habitação que esteja ligada aos sistemas públicos de água e de saneamento, o consumo de água gera inevitavelmente águas residuais, pelo que se considera que a recolha de águas residuais é um serviço funcionalmente indissociável do abastecimento de água. Significa isto que não pode o utilizador pagar apenas as tarifas do serviço de abastecimento de água e recusar o pagamento das tarifas do serviço de saneamento, ou o inverso. Pelo contrário, entre os serviços de águas e o serviço de resíduos não existe indissociabilidade funcional (ERSAR, 2013a). Neste trabalho apenas são estudados os custos associados ao abastecimento de água, excluindo o saneamento e resíduos. Além disso, não foram estudados os custos de investimento associados ao SAAP.

Na análise económica de um SAAP foram adoptadas as tarifas médias de água para cada região de Portugal Continental tendo por base a ERSAR (Quadro 6.17).

Quadro 6.17 - Tarifas médias de cada região de Portugal Continental desde 2004 a 2013 (Fonte: Adaptado de ERSAR, 2013b)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Alentejo	0,3500	0,3362	0,4076	0,4698	0,4880	0,5116	0,5428	0,5528	0,5722	0,5911
Algarve	0,3400	0,3700	0,4022	0,4106	0,4260	0,4367	0,4500	0,4563	0,4663	0,4710
Centro	0,4600	0,4101	0,4434	0,4605	0,4942	0,5145	0,5366	0,5491	0,5686	0,5935
Lisboa	0,4866	0,5060	0,5235	0,5290	0,5493	0,5708	0,5782	0,5993	0,6250	0,6438
Norte	0,4084	0,4309	0,4493	0,4568	0,4820	0,5047	0,5152	0,4991	0,5140	0,5336

A evolução das tarifas médias segundo as várias regiões é representada na Figura 6.7.

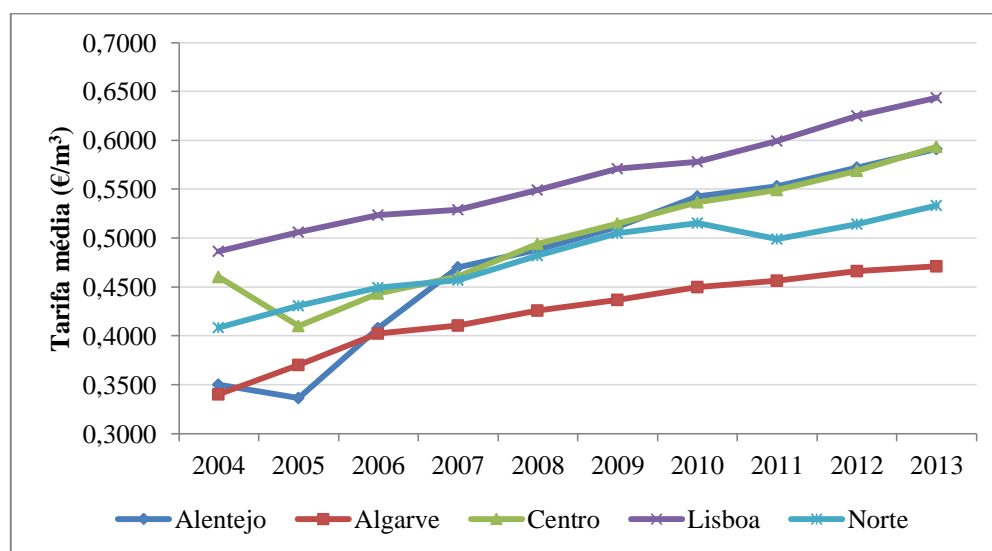


Figura 6.7 - Evolução das tarifas médias ao longo dos anos

Efectivamente, devido ao aumento da população e aos consequentes elevados consumos, as tarifas de abastecimento de água tendem a aumentar. Esse facto é verificado pela Figura 6.7, que mostra que as tarifas crescem de um modo geral desde 2004. Contudo, neste trabalho adoptaram-se as tarifas médias relativamente ao ano de 2013 (Quadro 6.18).

Quadro 6.18 - Tarifa média para cada região de Portugal Continental

Região	Tarifa média (€/m³)
Alentejo	0,5911
Algarve	0,4710
Centro	0,5935
Lisboa	0,6438
Norte	0,5336

O aproveitamento de água pluvial é contabilizado em média por 50% dos consumos, ou seja, apenas seria possível substituir a água de abastecimento por água pluvial no caso da máquina de lavar roupa, autoclismos, rega do jardim, limpeza e lavagem do carro, o que representa metade dos consumos de uma habitação.

No ano seco a estimativa de aproveitamento de água pluvial não atinge os 50% em nenhuma das regiões de Portugal Continental, o que significa que não é possível satisfazer todos os consumos de água não potável na habitação. No entanto, a obtenção de um SAAP continua a influenciar os custos, sendo um grande apoio na redução da factura da água.

O Quadro 6.19 mostra a poupança nos custos da água no ano seco.

Quadro 6.19 - Poupança nos custos da água para cada região de Portugal Continental no ano seco

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Volume máximo aproveitado (m³)	95,1	63,5	30,7	31,3	27,7
Volume mínimo aproveitado (m³)	50,2	35,0	27,8	23,1	27,7
Percentagem máxima de aproveitamento (%)	43,4	29,0	14,0	14,3	12,6
Percentagem mínima de aproveitamento (%)	22,9	16,0	12,5	10,6	12,6
Poupança máxima (€)	50,7	37,7	19,8	18,5	13,0
Poupança mínima (€)	26,8	20,8	17,9	13,7	13,0

Na região do Norte é possível poupar entre 26,8 a 50,7€/ano de água de abastecimento. A localização da habitação na região Centro permitia economizar entre 20,8 a 37,7€/ano. Na

região de Lisboa, em que a tarifa da água é superior às restantes regiões, é possível poupanças nos custos que variam entre 17,9 e 19,8€/ano. No Alentejo e Algarve é possível economizar de 13,7 a 18,5€/ano e 13€/ano, respectivamente.

No caso do ano húmido, os volumes de aproveitamento são maiores e, consequentemente, as percentagens de aproveitamento também serão superiores quando comparadas com os valores do ano seco.

Nesta situação existem percentagens muito superiores a 50%, o que indica que as necessidades relativamente aos consumos de água não potável são satisfeitas, restando ainda, volumes de água para utilizar no ano seguinte.

O Quadro 6.20 mostra a poupança nos custos da água no ano húmido.

Quadro 6.20 - Poupança nos custos da água para cada região de Portugal Continental no ano húmido

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Volume máximo aproveitado (m³)	311,6	313,0	126,3	120,1	126,2
Volume mínimo aproveitado (m³)	186,8	112,9	120,0	100,4	126,2
Percentagem máxima de aproveitamento (%)	142,3	142,9	57,7	54,8	57,6
Percentagem mínima de aproveitamento (%)	85,3	51,5	54,8	45,9	57,6
Poupança máxima (€)	166,3	185,8	81,3	71,0	59,4
Poupança mínima (€)	99,7	67,0	77,3	59,3	59,4

Portanto, se todo o volume recolhido fosse utilizado economizava-se na região Norte entre 99,7 a 166,3€/ano. No Centro entre 67,0 e 185,8€/ano, em Lisboa entre 77,3 a 81,3€/ano e, finalmente, na região do Alentejo e Algarve entre 59,3 a 71,0€/ano e 59,4€/ano, respectivamente (Quadro 6.20).

Todavia, como referido anteriormente, apenas 50% dos consumos são possíveis de ser substituídos pela água pluvial. No Quadro 6.21 constam os valores de poupança da água admitindo apenas esses 50%.

Quadro 6.21 - Poupança nos custos da água para cada região de Portugal Continental no ano húmido tendo em conta os consumos possíveis de substituir por água pluvial

	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Volume máximo aproveitado (m³)	109,5	109,5	109,5	109,5	109,5
Volume mínimo aproveitado (m³)	109,5	109,5	109,5	100,4	109,5
Percentagem máxima de aproveitamento (%)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Percentagem mínima de aproveitamento (%)	50,0	50,0	50,0	45,9	50,0
Poupança máxima (€)	58,4	65,0	70,5	64,7	51,6
Poupança mínima (€)	58,4	65,0	70,5	59,4	51,6

Dos valores obtidos conclui-se que é possível economizar na região Norte 58,4€/ano, no Centro 65,0€/ano e em Lisboa 70,5€/ano. E finalmente na região do Alentejo e Algarve entre 59,4 a 64,7€/ano e 51,6€/ano, respectivamente.

Por forma a comprovar o potencial de aproveitamento de água pluvial, considerou-se o mês de Fevereiro de 2013 e 2014 como referência. O Quadro 6.22 mostra os valores facturados de água na própria habitação, onde se obteve uma poupança de 15,35€ relativamente ao período homólogo do ano anterior (Anexos 29 e 30).

Quadro 6.22 - Valor facturado de água do mês de Fevereiro de 2013 e Fevereiro de 2014

	Fevereiro de 2013 (Sem aproveitamento)	Fevereiro de 2014 (Com aproveitamento)
Valor facturado de água (€)	19,02	3,67

7. Discussão

O trabalho compreendeu uma avaliação geral de cada região de Portugal Continental em termos de pluviosidade. Para tal foram calculados os consumos de água tendo por base uma captação admitida de 150 L/hab.dia.

Posteriormente procedeu-se ao cálculo dos volumes passíveis de se aproveitar com a água pluvial para o ano seco e ano húmido. Os resultados obtidos permitiram concluir que todo o volume recolhido de água pluvial, em cada região, suporta todos os consumos (potáveis e não potáveis) de forma expedita. Contudo, quando aplicamos a habitação às várias regiões de Portugal Continental, o mesmo não se verifica. Dado que a análise teve por base valores estimados é de salientar possíveis erros.

No que se refere aos consumos de uma habitação, metade destes são para usos não potáveis, podendo por conseguinte ser substituídos por água pluvial. Exemplos dos consumos não potáveis são: máquinas de lavar roupa, autoclismos, regas do jardim e, limpezas e lavagens do carro. Em média, utiliza-se 0,017 m³/pessoa/dia na máquina de lavar roupa, 0,046 m³/pessoa/dia em autoclismos, 0,011 m³/pessoa/dia na rega do jardim e 0,003 m³/pessoa/dia na lavagem do carro. Em termos anuais consomem-se em média 6,1 m³/pessoa/ano na máquina de lavar roupa, 16,6 m³/pessoa/ano em autoclismos, 4,0 m³/pessoa/ano na rega do jardim e 1,1 m³/pessoa/ano na lavagem do carro.

No caso de estudo considerou-se uma habitação com 100 m², uma família com 4 pessoas e uma captação de 150 L/hab.dia, verificando-se um consumo anual de 219 m³ e 18 m³ mensalmente. Ao realizar-se uma analogia para os consumos não potáveis verificou-se que, em média, o consumo referente a 4 pessoas será de 24,4 m³/pessoa/ano na máquina de lavar roupa, 66,4 m³/pessoa/ano em autoclismos, 16,0 m³/pessoa/ano na rega do jardim e 4,4 m³/pessoa/ano na lavagem do carro.

Relativamente ao ano seco, é possível afirmar que num ano seco na região Norte, o volume aproveitável varia entre 50,2 e 95,1 m³ com percentagens de aproveitamento entre 22,9 e 43,4%, enquanto num ano húmido o volume varia entre 186,8 e 311,6 m³, sendo a sua rentabilidade entre 85,3 e 142,3%. Isto significa que num ano seco é provável a substituição de grande parte da água de abastecimento por água pluvial, sendo que, na presença de um ano húmido, a totalidade da água para usos não potáveis é aproveitada, ficando ainda com água armazenada. Em suma, a região Norte revela ser a mais favorável para a instalação de um SAAP. Além disso,

é possível economizar no ano seco cerca de 26,8 a 50,7 €/ano e de cerca de 58,4 €/ano no ano húmido, sobrando água para ser armazenada para o ano seguinte.

Relativamente à região Centro, os volumes recolhidos no ano seco são inferiores em relação à região Norte, sendo apenas viável um aproveitamento compreendido entre 16,0 e 29,0%. Isto traduz a recolha de um volume entre 35,0 a 63,5 m³. Em contrapartida, os volumes recolhidos no ano húmido continuam consideravelmente altos, com 112,9 a 313,0 m³ e percentagens de aproveitamento entre 51,5 e 142,9%. Em termos de poupança, é possível economizar 20,8 a 37,7 €/ano no ano seco e 65 €/ano no ano húmido sobrando igualmente água para o próximo ano.

Em relação à região de Lisboa, no ano seco é possível aproveitar volumes entre 27,8 e 30,7 m³, o que representa percentagens entre 12,5 e 14,0%, implicando uma poupança entre 17,9 a 19,8 €/ano. No ano húmido é possível recolher entre 120,0 e 126,3 m³, equivalendo a percentagens de 54,8 e 57,7%. Este ano proporciona um aproveitamento considerável de água pluvial, com grandes possibilidades de reduzir os custos da factura da água, ou seja, é possível poupar 70,5 €/ano.

O Alentejo e o Algarve apresentam no ano seco um volume recolhido significativamente inferior, visto que à medida que se prossegue para o Sul, a precipitação vai sendo cada vez mais reduzida. Para o ano seco, no Alentejo os volumes recolhidos variam entre 23,1 e 31,3 m³, correspondendo a percentagens de aproveitamento de 10,6 e 14,3%. No Algarve o volume recolhido é de 27,7 m³, o que corresponde a uma percentagem de 12,6%. Isto significa que no mínimo é possível substituir a água de abastecimento por água pluvial durante todo o ano na lavagem do carro e na rega do jardim. No caso da região do Algarve pode-se utilizar a água pluvial durante todo o ano na máquina de lavar roupa. Com base no volume recolhido, no Alentejo em média poupam-se entre 13,7 a 18,5 €/ano e no Algarve 13 €/ano. Por fim, no ano húmido espera-se recolher um volume entre 100,4 e 120,1 m³ no Alentejo e 126,2 m³ no Algarve. As percentagens de aproveitamento variam entre 45,9 e 54,8% no Alentejo e 57,6% no Algarve. Estas percentagens implicam uma redução nos custos entre 59,4 a 64,7 €/ano no Alentejo e 51,6 €/ano no Algarve.

8. Conclusões e considerações futuras

A água é um recurso natural com elevado valor económico, social e ambiental. No entanto, é um recurso esgotável, pelo que aumentam as incertezas relativas ao abastecimento da população. Outros factores relacionados com o recurso incidem na poluição e no desperdício.

O consumo de água tem vindo a aumentar exponencialmente, devido ao aumento da população. É sabido que a água doce disponível em termos geográficos não está distribuída equitativamente e que, associado ao crescimento populacional, tendem a aumentar as situações de escassez hídrica.

O sector da agricultura é responsável pelo maior consumo de água, conduzindo a possíveis pressões. O consumo está estimado em cerca de 70% da água doce mundial. Em Portugal Continental são utilizados, em média, 20% dos recursos hídricos disponíveis, sendo que 75% são utilizados no consumo anual na agricultura.

Para combater os problemas expostos existem várias medidas de eficiência hídrica a adoptar, entre elas, o aproveitamento das águas pluviais. Esta medida, apesar de antiga, com a evolução dos sistemas públicos de abastecimento, tem vindo a perder importância. Contudo, a situação actual do crescimento demográfico alertou a necessidade de encarar a água como um recurso de valor e escasso. A procura do recurso é muito superior face à oferta, o que levou à implementação de SAAP em muitas zonas do mundo. A presença dos SAAP apresenta vantagens tais como a diminuição do risco de inundações, redução do caudal de cheia e a redução do consumo de água de abastecimento.

Admitindo uma visão económica, a principal vantagem da instalação de um SAAP será para o consumidor. Com o aproveitamento da água pluvial o consumidor tem o benefício de poupar na factura mensal de água de abastecimento. Isto é, a água pode ser utilizada para os seguintes fins: limpezas de exteriores, lavagem e limpeza de automóveis, descargas de autoclismos e rega, dado que não necessitam de água potável. Outro benefício consiste na utilização da água pluvial em electrodomésticos tais como máquinas de lavar roupa. Paralelamente, esta medida contribui para o aumento da longevidade dos mesmos devido à ausência de calcário na água.

O estudo realizado evidencia as estimativas do aproveitamento de água pluvial, concluindo-se que numa habitação com cerca de 100 m², não só no ano húmido como também no ano seco existe sempre benefício com a instalação de um SAAP. Da verificação do potencial de

aproveitamento de água pluvial, comprova-se a redução da factura de água. Em suma, o SAAP é sem dúvida uma mais-valia para o consumidor.

Do estudo, concluiu-se também que, através da precipitação, é possível instituir em cada habitação uma pequena “ETA”, isto é, um pequeno e simples sistema de aproveitamento de água pluvial (SAAP) para fins não potáveis. Um SAAP tem o mesmo princípio que uma ETA, sendo porém mais simples e acessível para a população em geral, permitindo tirar benefícios económicos e promover a sustentabilidade.

Futuramente, a fim de se reduzir o consumo de água potável, deverão ser consideradas as seguintes recomendações:

- Implementação de um SAAP em habitações novas, durante o processo de construção, de modo a futuramente evitar investimentos e obras que possam impossibilitar a realização do mesmo;
- Implementação de um SAAP em edifícios com grandes áreas de captação, como são o caso de algumas unidades industriais e comerciais, onde os consumos de água são elevados;

9. Referências Bibliográficas

- Afonso, A. S. (2012).** *Eficiência Hídrica em Edifícios – iniciativa em Portugal*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP). Instituto Politécnico de Viseu. Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu.
- Agência Europeia do Ambiente (EEA). (2012).** *A água na agricultura*. Acedido em 3 de Setembro de 2013, em: <http://www.eea.europa.eu/pt/articles/a-agua-na-agricultura>
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2012).** *Indicador – Qualidade da água para consumo humano*. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Acedido a 7 de Setembro de 2013, em: <http://sniamb.apambiente.pt/portalids/Indicadores/FichaIndicador.aspx?IndID=43>
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2013a).** *Enquadramento*. Acedido a 11 de Setembro de 2013, em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=826&sub2ref=827>
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA). (2013b).** *O Clima em Portugal*. Acedido a 9 de Setembro de 2013, em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118&sub3ref=393>
- Almeida, M.C., Vieira, P., Ribeiro, R. (2006).** *Uso eficiente da água no sector urbano*. Série Guias técnicos IRAR n.º8, Lisboa, ISBN 972-99354-8-1.
- Aquastat. (2013).** *Water uses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) – For a world without hunger. Acedido em 16 de Setembro de 2013, em: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm
- Associação Portuguesa das Empresas Químicas (APEQ). (2008).** *PNUEA – Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Implementação 2012-2020*. Acedido em 4 de Novembro de 2013, em: http://www.apequmica.pt/noticias_item.aspx?param=6xaQnimFh6ShIR4NKdOwDLXITbEvr/5Ilqgjx3vXTzZ5Fdj59nbdpK/Fh1UDqBwc5nAMPCniZwIZdl5gCB6kww==
- Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. and Palutikof J.P. (2008).** *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva.
- Bertolo, E. J. P. (2006).** *Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente (Tratamento de Água e Águas Residuais). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Caetano, M., Carrão, H., Painho, M. (2005).** *Alterações da ocupação do solo em Portugal Continental: 1985 – 2000*. Instituto do Ambiente, Lisboa.
- Carlson, M. R. (2005).** *Percepção dos actores sociais quanto as alternativas de implantação e captação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em Joinville*. Joinville: Universidade do Vale do Itajaí.

- Carrer, G.M., Bonato, M., Smania, D., Barausse, A., Comis, C., Palmeri, L. (2011).** Beneficial effects on water management of simple hydraulic structures in wetland systems: the Vallecchia case study, Italy. *Elsevier. Water Science & Technology*. **64**: 220-227.
- Carvalho, J. G. (2008).** *Processo de purificação de água para o abastecimento público*. Relatório de estágio curricular para obtenção do grau de Bacharel em Química com atribuições Tecnológicas. Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- Coombes, P. J., Spinks A., Evans C. and Dunstan H. (2004).** Performance of Rainwater Tanks at an Inner City House in Carrington NSW During a Drought. School of Environmental and Life Sciences. University of Newcastle, Callaghan, NSW. Austrália.
- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.** *Diário da República n.º 194/95 - I Série B*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.
- Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto.** *Diário da República 164/07 - 1.ª série*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Empresa Pública de Águas Livres (EPAL). (2013, 8 de Julho).** EPAL estuda alterações climáticas. *Águas de Portugal*. Acedido em 10 de Outubro de 2013, em: <http://www.adp.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=3238&t=EPAL-estuda-alteracoes-climaticas>
- Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR). (2013a).** Questões sobre facturação e leitura de serviços de águas e resíduos. Acedido a 30 de Janeiro de 2014, em: http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?Section=Consumidores&SubFolderPath=&FolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CConsumidores%5CPerguntasFrequentes%5CConsumidor_Faturacao&GenericContentId=596
- Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR). (2013b).** *Tarifas Anuais de Abastecimento de Água*. Acedido a 22 de Janeiro de 2014 em: <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx>
- Especificação Técnica ETA 0701. (2009).** Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP). Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP).
- Ferreira, A. M. P. J. (2000).** *Dados geoquímicos de base de sedimentos fluviais de amostragem de baixa densidade de Portugal Continental: Estudo de factores de variação regional*. Tese de doutoramento em Geociências. Departamento de Geociências. Universidade de Aveiro.
- Food and Agriculture Organization (FAO) Statistical Yearbook. (2012).** *World Food and Agriculture*. Rome. Part 3.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2013).** *Hot issues: water scarcity - water & poverty, an issue of life & livelihoods*. Natural Resources and Environment Department. Acedido em 17 de Setembro de 2013, em: <http://www.fao.org/nr/water/issues/scarcity.html>
- Freire, S. F. (2012).** *Abastecimento de água e saneamento na Comunidade de Países de Língua Portuguesa - Objectivos, constrangimentos e perspectivas de evolução*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

- Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA). (2011).** *Pessoas e possibilidades em um mundo de 7 bilhões*. Relatório sobre a Situação da População Mundial 2011.
- GRAF Portugal. (2008).** Mapa de consumo de água por habitante nos países desenvolvidos. Acedido a 4 de Novembro de 2013, em:
<http://www.graf.pt/Informa%C3%A7%C3%B5es%C3%A4is/tabid/61/Default.aspx>
- Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE). (2004).** Carta Admisnistrativa Oficial de Portugal, versão 3 de 2004. Acedido a 21 de Julho de 2013, em:
http://www.infopedia.pt/MapaEstatistico/MapaEstatistico.jsp;jsessionid=jHKhu-ml+9vb8kNg8ZA0PA__
- Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE). (2011).** *O uso da água na agricultura*.
- Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE). (2013).** Censos 2011. Acedido a 21 de Julho de 2013, em: http://www.ine.pt/scripts/flex_definitivos/Main.html
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). (2013a).** *Clima de Portugal continental*. Acedido a 9 de Setembro de 2013, em:
<http://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml>
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). (2013b).** *Normais Climatológicas*. Acedido a 9 de Setembro de 2013, em: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>
- Instituto Nacional da Água (INAG). (2001).** Plano nacional da água – introdução, caracterização e diagnóstico da situação actual dos recursos hídricos. Instituto da Água, Vol.1 E2.
- Instituto Nacional da Água (INAG). (2002).** *Plano Nacional da Água*. Capítulo II – Caracterização e diagnóstico da situação actual dos recursos hídricos. Aprovado pelo DL nº 112/2002, de 17 de Abril.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007).** Novos cenários climáticos. Relatório do IPCC/ONU. Conferência latina - Americana sobre meio ambiente e responsabilidade social.
- Lopes, T. F. C. T. (2010).** *Reabilitação sustentável de Edifícios de Habitação*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil – perfil construção. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Mansilha, C., Rebelo H. (2013).** *Avaliação da qualidade de águas subterrâneas: estudo de alguns parâmetros físico-químicos*. Departamento de Saúde Ambiental. Instituto Nacional de Saúde. Artigo n.1. Acedido a 12 de Setembro de 2013, em:
http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/PublicacoesRepositorio/Documents/observacaoN52013_artigo1.pdf
- Maplecroft. (2012).** *New Products and Analysis*. Acedido em 15 de Setembro de 2013, em:
http://maplecroft.com/about/news/water_stress_index_2012.html
- National Geographic. (2013a).** *Freshwater Crisis*. Acedido em 15 de Setembro de 2013, em:
<http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/freshwater-crisis/>
- National Geographic. (2013b).** *Water Pollution*. Acedido a 9 de Outubro de 2013, em:
<http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/pollution/>

- Neto, P. S. G. (2012).** *Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva: projecto de dois protótipos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil*. Projecto de Graduação em Engenharia civil. Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Oliveira A. (2009).** *Optimização do Uso da Água na Indústria - O Caso de Estudo da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A.* Tese de mestrado em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Oliveira, F. T. A. (2008).** *Aproveitamento de água pluvial em usos urbanos em Portugal Continental - Simulador para avaliação da viabilidade*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD) e Food and Agriculture Organization (FAO). (2013).** *OECD-FAO expect slower global agricultural production growth*. Agricultural Outlook. Acedido a 9 de Outubro de 2013, em: <http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/oecd-fao-expect-slower-global-agricultural-production-growth.htm>
- Peixoto, J. (2008).** Análises físico-químicas – Cor, Turbidez, pH, Temperatura, Alcalinidade e Dureza. Laboratórios de Tecnologias Ambientais. Mestrado Integrado em Engenharia Biológica. Universidade do Minho.
- Pereira, R. S. (2004).** Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. Revista Electronica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. V.1, n.1. p. 20-36.
- Peres, F e Moreira, J. C. (2003).** *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Portal da Água. (2010).** *Consumo de Água em Portugal*. Instituto da Água, I.P. (INAG). Acedido a 24 de Setembro de 2013, em: <http://portaldaagua.inag.pt/PT/InfoUtilizador/UsoEficiente/Pages/ConsumoPortugal.aspx>
- Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA). (2012).** Recursos hídricos – Implementação 2012 – 2020.
- Ramos, C. (2005).** *Programa de Hidrogeografia*. Centro de Estudos Geográficos. Universidade de Lisboa. Acedido a 11 de Setembro de 2013, em: http://www.ceg.ul.pt/download/Publicacoes_Download/2005a.PDF
- Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP). (2012).** *Controlo da qualidade da água para consumo humano - Volume 4*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- Relatório do Estado do Ambiente (REA). (2012).** *REA 2012 Portugal*. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.
- Ratti, B. A., Brustolin, C. F., Siqueira, T. A., Torquato, A. S. (2011).** Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro zona sete, na cidade de Maringá-PR. VII EPCC – Encontro internacional de produção científica. ISBN 978-85-8084-055-1.

- Rolim, M. L. (2011, 26 de Outubro).** Já somos sete mil milhões! *Expresso*. Acedido a 21 de Outubro de 2013, em: <http://expresso.sapo.pt/ja-somos-sete-mil-milhoes-grafico-animado=f683221>
- Sacadura, F. O. M. O. (2011).** *Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.
- Santo C. M. E. (2010)** *A Indústria de Refinação de Petróleo - Características e Tratamento das Águas Residuais*. Laboratory of Separation and Reaction Engineering (LSRE). Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Santos, D. J. C. (2011).** *Aplicação de Medidas de Eficiência Hídrica em Meio Hospitalar: O caso do Aproveitamento de Águas Pluviais*. Dissertação de Mestrado em Saúde Ocupacional. Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Sistema Nacional de Informação de Recursos hídricos (SNIRH). (2013).** *Boletim de precipitação*. Acedido a 26 de Abril de 2013, em: <http://snirh.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.1>
- Sousa, E. R. (2001).** *Noções sobre qualidade da água*. Licenciatura em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura – secção de Hidráulica e dos Recursos Hídricos e Ambientais. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- The United Nations Children's Fund (UNICEF). (2013).** *Water, Sanitation and Hygiene*. Acedido a 29 de Setembro de 2013, em : <http://www.unicef.org/wash/>
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2012a).** *Groundwater and Global Change: Trends, Opportunities and Challenges*. United Nations World Water Assessment Programme.
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2012b).** *Managing Water under Uncertainty and Risk*. The United Nations World Water Development Report 4. Vol.1.
- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2013, 22 de Março).** *Facts & figures on water cooperation. Special Edition on the occasion of the International Year of Water Cooperation 2013*. Acedido em 16 de Setembro de 2013, em: http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/water-cooperation-2013/Water_e-Newsletter
- The World Water Organization (WWO). (2010).** *Water Facts & Water Stories from Across the Globe*. Acedido em 15 de Setembro de 2013, em: http://www.theworldwater.org/water_facts.php
- United Nations (UN). (2013, 13 de Junho).** *World Population Prospects: The 2012 Revision*. Department of Economic and Social.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2008).** *A world of salt*. Vital Water Graphics - An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters. Acedido em 20 de Agosto de 2013, em: <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article5.html>

- United Nations Environment Programme (UNEP). (2010).** *Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development.* A rapid response assessment. UN-Habitat.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2012).** *Fresh Water for the future.* A synopsis of UNEP activities in water.
- United Nations Regional Information Centre for Western Europe (UNRIC). (2013, 2 de setembro).** Semana Mundial da Água: Vice Secretário-Geral da ONU exorta a uma maior cooperação internacional sobre saneamento. *Centro de Notícias da ONU.* Acedido a 29 de Setembro de 2013, em: <http://www.unric.org/pt/actualidade/31231-semana-mundial-da-agua-vice-secretario-geral-das-onu-exorta-a-uma-maior-cooperacao-internacional-sobre-saneamento>
- UN-Water. (2010, 22 de Março).** UN-Water Statement on Water Quality. *World Water Day.*
- UN-Water. (2013).** *The volume of freshwater resources on Earth is around 35 million km³.* Statistics detail. Acedido em 20 de Agosto de 2013, em: <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211801/>
- Verdade, J. H. O. (2008).** *Aproveitamento de água das chuvas e reutilização de águas cinzentas.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Hidráulica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Vieira, P., Rosa, M. J. e Alegre, H. (2007).** Estações de tratamento de água para consumo humano em Portugal. ITH 44. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- World Health Organization (WHO) e The United Nations Children's Fund (UNICEF). (2013).** *Progress on Sanitation and Drinking-Water.* Update.
- World Health Organization (WHO) e The United Nations Children's Fund (UNICEF). (2012).** *Progress on Drinking Water and Sanitation.* Update.
- World Wildlife Fund (WWF). (2013).** *Alterações climáticas.* Acedido a 10 de Outubro de 2013, em: http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/
- Wright, J., Gundry, S., Conroy, R. (2004).** Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. *Elsevier. Tropical Medicine & International Health.* **4:** 106–117.

Anexos

Anexo 1 - Precipitação total média anual para cada região entre 1990 e 2012

	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01
Norte	1 422,8	1 026,7	1 187,4	1 668,5	1 351,7	1 927,1	1 383,2	2 001,7	1 141,4	1 319,8	2 649,6
Centro	1 106,0	648,1	852,5	1 167,1	760,8	1 583,5	1 070,9	1 519,8	733,5	945,5	1 857,7
Lisboa	779,1	418,8	549,6	707,6	389,6	1 231,6	696,2	997,6	477,6	572,3	940,6
Alentejo	666,7	429,0	525,3	656,9	383,0	1 101,4	708,0	974,7	438,4	596,0	942,6
Algarve	679,5	482,2	691,6	629,7	417,3	1 262,0	850,7	1 006,7	385,5	673,0	887,0

	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
Norte	790,3	1 532,0	1 079,2	709,5	1 137,7	1 355,2	897,3	868,4	1 367,2	1 157,6	874,7
Centro	623,4	1 098,9	859,5	454,1	856,3	1 045,7	652,4	672,7	1 111,0	974,0	659,5
Lisboa	289,7	539,9	708,2	620,5	888,3	826,6	625,0	521,3	1 079,6	1 039,6	631,5
Alentejo	518,3	638,5	523,8	267,9	600,2	666,1	453,3	344,1	705,1	679,9	374,5
Algarve	648,8	643,9	547,0	277,0	704,5	553,0	652,0	355,9	881,0	671,8	350,1

Anexo 2 – Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1990/1991

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	397,8	98,7	122,6	253,1	200,7	264,5	64,8	28,4	64,0	62,7	43,8	119,8	1721,0
	Cávado	354,3	110,6	125,4	239,0	167,4	247,0	48,0	8,4	32,6	38,5	49,3	103,8	1524,0
	Ave	350,9	105,9	106,0	213,6	178,5	260,4	55,6	13,9	59,0	36,9	33,0	108,8	1522,5
	Alto Trás-os-Montes	246,9	78,4	51,8	127,2	106,7	187,4	40,4	17,4	38,2	20,5	9,3	64,9	989,0
	Grande Porto	339,2	120,7	111,1	189,5	184,7	261,9	47,1	7,6	41,7	25,4	42,1	105,5	1476,5
	Tâmega	352,8	113,5	107,9	201,0	200,4	291,5	57,0	13,6	61,6	27,3	25,7	110,0	1562,0
	Douro	248,6	82,2	52,6	118,9	122,0	182,7	36,3	10,4	39,2	19,4	9,1	63,6	984,9
	Entre Douro e Vouga	358,1	125,8	129,2	213,6	211,1	309,3	50,7	7,8	37,7	19,2	34,6	106,1	1603,0
Centro	Baixo Vouga	365,5	129,3	105,6	126,1	215,4	267,9	47,6	0,0	49,5	12,0	36,8	97,5	1452,9
	Dão-Lafões	349,8	132,6	81,3	149,2	188,0	253,2	37,2	3,6	40,0	16,3	18,6	70,0	1339,8
	Beira interior norte	269,4	114,1	22,5	94,6	115,7	170,5	19,6	0,7	31,5	13,5	1,3	35,4	888,3
	Serra da estrela	511,4	241,7	68,2	214,4	249,3	350,0	44,5	2,4	62,3	21,3	2,4	57,7	1825,6
	Baixo Mondego	292,3	125,1	79,9	50,0	178,1	196,5	30,7	0,0	28,4	3,2	17,1	50,3	1051,4
	Pinhal interior norte	341,3	157,3	79,5	96,7	188,7	239,0	38,5	0,8	33,3	7,3	11,3	58,3	1251,9
	Cova da beira	293,8	129,6	33,7	110,9	138,2	199,9	23,2	4,3	31,4	9,0	0,8	35,9	1010,6
	Beira interior sul	268,3	127,3	33,7	98,3	128,2	176,7	22,9	3,2	25,7	7,0	1,1	31,4	923,4
	Pinhal litoral	254,7	119,3	96,2	69,8	138,8	187,7	31,5	0,2	12,8	2,1	41,7	56,1	1010,9
	Pinhal interior sul	218,2	123,3	53,3	60,3	115,2	143,0	29,1	1,9	11,9	0,8	3,5	41,1	801,7
	Médio tejo	212,7	124,9	51,4	61,9	119,8	147,6	32,0	3,1	11,1	0,6	4,8	50,5	820,2
	Oeste	227,3	107,5	78,1	70,6	134,7	157,8	28,9	0,4	3,3	1,5	40,5	44,6	895,2
Lisboa	Grande Lisboa	208,4	105,6	39,8	54,5	143,2	136,3	40,3	0,0	1,8	0,0	4,7	48,9	783,5
	Península de setúbal	218,5	109,5	43,5	71,1	125,8	118,8	29,9	0,5	2,5	2,7	3,2	48,9	774,7
Alentejo	Lezíria do tejo	201,4	100,6	60,1	69,8	107,3	135,0	23,7	1,1	5,5	1,2	24,7	37,1	767,5
	Alto Alentejo	175,9	105,9	37,4	57,8	93,8	118,6	25,3	1,3	8,5	0,4	1,2	24,4	650,5
	Alentejo central	179,2	101,4	39,3	49,8	93,1	116,5	21,3	0,2	15,5	1,2	0,4	24,2	642,1
	Alentejo litoral	181,2	104,4	42,2	48,6	129,1	142,8	30,5	0,4	7,3	1,4	0,5	23,4	711,6
	Baixo Alentejo	120,2	71,7	48,8	26,4	105,9	114,8	38,9	0,5	16,4	0,4	0,1	17,5	561,5
Algarve	Algarve	91,6	71,6	137,8	18,7	141,9	117,4	67,8	1,3	9,3	0,8	0,0	21,2	679,5

Anexo 3 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1991/1992

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	132,7	380,9	30,4	99,0	53,6	67,1	106,0	106,5	60,7	6,9	96,1	117,3	1257,3
	Cávado	125,2	325,4	31,1	91,6	54,2	54,1	101,3	119,6	55,4	5,7	76,9	99,6	1139,9
	Ave	117,6	312,8	43,6	94,8	47,0	65,7	99,0	115,3	63,9	4,3	86,3	77,9	1128,0
	Alto Trás-os-Montes	73,4	173,1	34,3	61,8	27,7	48,1	72,0	68,7	51,3	3,9	69,0	38,4	721,8
	Grande Porto	114,8	257,2	41,3	84,9	38,0	54,4	106,3	103,5	63,3	3,1	77,7	80,5	1024,9
	Tâmega	110,7	283,3	52,1	104,7	44,5	69,2	120,7	108,8	64,1	3,2	83,2	64,5	1108,9
	Douro	79,2	153,2	46,2	74,2	29,4	50,1	79,1	74,4	46,4	2,3	58,4	38,8	731,4
	Entre Douro e Vouga	111,5	266,4	48,1	111,4	49,3	61,0	144,7	106,6	55,9	3,5	70,7	72,9	1101,7
Centro	Baixo Vouga	107,3	191,6	55,9	90,6	36,9	53,5	98,7	74,0	51,9	3,6	80,7	50,3	894,8
	Dão-Lafões	98,8	163,2	65,9	86,0	41,6	54,5	117,7	72,2	39,4	2,7	53,7	41,8	837,4
	Beira interior norte	75,6	59,3	58,1	59,7	32,2	34,0	91,4	45,0	25,9	1,5	24,5	25,8	533,0
	Serra da estrela	125,3	175,8	128,7	92,6	65,2	65,3	179,5	74,8	19,9	0,2	32,4	26,5	986,2
	Baixo Mondego	95,3	84,8	48,5	71,8	30,7	26,8	49,4	43,5	29,8	3,0	56,1	31,5	570,9
	Pinhal interior norte	99,5	103,7	73,2	74,6	40,8	38,0	97,2	54,6	32,7	2,3	41,9	32,4	690,7
	Cova da beira	81,6	70,1	66,1	61,0	46,4	36,2	112,9	61,6	24,7	2,5	17,0	28,6	608,7
	Beira interior sul	78,4	58,8	67,6	54,3	48,1	32,7	101,6	58,0	29,5	4,8	16,0	26,5	576,0
	Pinhal litoral	94,2	74,6	46,5	62,0	29,4	16,4	74,1	53,2	43,2	2,9	25,8	41,6	563,8
	Pinhal interior sul	73,9	37,2	70,4	48,6	40,3	26,0	84,7	55,3	38,8	5,0	14,3	31,8	526,3
	Médio tejo	67,4	33,4	60,3	51,8	33,7	25,2	86,6	53,6	34,3	1,1	15,7	35,3	498,4
	Oeste	73,8	64,2	57,0	55,9	27,5	19,9	58,7	47,2	33,3	0,5	11,8	42,0	491,7
Lisboa	Grande Lisboa	49,2	38,5	57,5	53,1	29,7	18,0	56,6	38,0	14,5	0,0	1,8	42,1	399,0
	Península de setúbal	72,2	34,4	46,3	52,2	28,1	15,3	75,7	42,3	28,7	0,0	3,9	39,8	438,7
Alentejo	Lezíria do tejo	69,9	43,5	50,6	51,8	27,0	17,8	64,5	50,1	35,2	0,3	12,9	37,1	460,7
	Alto Alentejo	70,8	17,6	62,8	33,3	31,3	20,6	65,8	50,2	51,4	4,1	15,5	30,8	454,4
	Alentejo central	74,6	17,3	53,1	29,4	18,3	15,9	72,3	47,9	44,2	2,5	6,6	27,4	409,6
	Alentejo litoral	80,6	24,8	46,8	46,7	25,2	22,4	68,2	42,7	41,0	0,0	7,0	26,8	431,9
	Baixo Alentejo	73,4	12,0	55,7	43,2	21,3	21,3	57,8	30,0	46,8	1,4	3,9	21,7	388,4
Algarve	Algarve	71,8	22,6	117,6	66,6	34,1	25,6	58,0	21,9	41,6	1,1	2,7	18,5	482,2

Anexo 4 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1992/1993

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	137,9	92,0	268,2	58,7	6,0	44,6	168,8	240,3	62,2	17,2	5,1	154,0	1255,1
	Cávado	134,8	101,0	237,3	74,6	10,6	44,8	180,7	235,3	37,2	11,1	4,9	138,5	1210,5
	Ave	168,0	99,0	236,5	68,8	10,4	42,4	200,8	212,6	58,6	7,0	8,1	156,3	1268,2
	Alto Trás-os-Montes	132,5	49,5	154,4	33,1	9,3	33,9	116,0	166,6	57,5	11,8	7,5	120,2	892,5
	Grande Porto	199,5	92,8	244,5	74,6	14,8	42,2	187,8	192,4	47,6	8,2	6,5	146,1	1257,1
	Tâmega	215,5	98,1	231,9	78,1	18,5	41,0	202,1	204,9	57,4	7,1	9,5	181,7	1345,6
	Douro	134,7	61,6	146,7	40,9	9,4	22,5	141,4	145,0	56,1	2,6	8,0	136,5	905,2
	Entre Douro e Vouga	229,9	99,3	228,0	93,2	26,7	42,1	183,2	220,0	34,7	11,3	7,8	189,3	1365,2
Centro	Baixo Vouga	219,5	79,8	224,0	74,6	31,3	44,5	171,9	197,1	31,7	17,0	4,1	163,5	1258,7
	Dão-Lafões	172,1	58,3	191,7	68,6	39,2	39,0	148,8	180,1	33,6	9,0	3,8	154,7	1098,6
	Beira interior norte	104,2	20,0	112,9	30,4	32,8	33,0	94,5	130,4	34,5	1,8	2,9	101,7	699,0
	Serra da estrela	172,3	17,1	267,1	90,0	101,2	70,5	149,0	211,2	24,8	5,6	2,0	148,7	1259,5
	Baixo Mondego	126,3	45,3	104,4	42,3	38,8	40,1	140,4	146,4	24,4	8,0	4,3	163,5	883,8
	Pinhal interior norte	130,4	36,4	148,1	60,4	55,3	49,7	136,9	162,2	24,9	5,5	3,4	151,7	964,8
	Cova da beira	119,7	14,1	129,5	42,1	49,7	49,6	92,0	155,8	17,3	2,0	1,8	85,0	758,6
	Beira interior sul	109,9	13,3	122,6	42,8	42,4	49,2	84,4	141,2	14,3	1,5	3,2	74,3	699,1
	Pinhal litoral	89,8	34,2	70,2	43,5	38,5	43,0	113,3	116,8	21,6	0,6	6,7	136,2	714,4
	Pinhal interior sul	80,7	20,3	100,2	47,7	28,3	49,3	84,0	117,7	13,4	0,1	8,4	84,1	634,4
	Médio tejo	77,9	20,6	91,6	41,9	28,2	57,7	98,3	122,5	18,7	0,1	7,3	89,2	653,8
	Oeste	68,1	20,7	84,0	31,0	41,3	52,8	88,8	111,9	11,2	0,9	6,4	88,3	605,4
Lisboa	Grande Lisboa	58,6	11,1	82,3	29,0	51,6	76,1	79,2	96,6	6,8	0,0	1,0	68,6	560,9
	Península de setúbal	58,3	12,4	85,6	19,1	56,0	53,5	63,5	93,5	23,0	0,0	2,8	70,8	538,2
Alentejo	Lezíria do tejo	65,8	17,5	89,7	31,1	29,9	39,5	80,3	118,2	15,0	0,5	7,4	73,6	568,4
	Alto Alentejo	69,0	12,1	90,7	28,3	31,6	41,9	70,9	109,8	16,3	0,0	7,9	46,5	525,1
	Alentejo central	59,6	9,5	97,3	21,5	46,4	29,8	58,7	114,2	16,6	0,0	8,2	48,1	509,9
	Alentejo litoral	57,0	8,7	118,0	17,6	47,5	42,0	61,3	103,7	16,4	0,0	7,1	46,9	526,1
	Baixo Alentejo	45,7	5,4	143,2	20,9	35,6	50,3	63,5	96,4	5,7	0,0	4,6	25,8	497,1
Algarve	Algarve	46,1	2,2	330,3	28,5	46,8	81,5	57,4	72,7	7,4	0,0	1,3	17,5	691,6

Anexo 5 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1993/1994

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	383,6	181,9	122,8	336,2	220,0	17,9	91,2	327,2	29,6	5,6	44,5	110,9	1871,4
	Cávado	342,4	172,5	114,5	326,9	216,7	22,8	88,4	342,7	20,7	5,4	50,9	97,5	1801,1
	Ave	402,2	172,8	107,7	360,7	201,3	15,2	87,4	301,7	20,7	8,1	57,0	91,9	1826,4
	Alto Trás-os-Montes	301,3	124,4	50,6	205,9	115,4	8,8	53,0	191,7	18,3	5,8	26,9	46,8	1148,8
	Grande Porto	383,2	167,3	94,3	345,5	193,5	9,3	81,7	271,8	15,5	9,7	54,7	78,3	1704,8
	Tâmega	475,8	178,3	97,2	377,7	194,8	6,2	92,2	291,7	17,7	11,9	64,6	68,2	1876,2
	Douro	333,9	120,7	51,5	223,1	126,8	18,3	54,7	203,8	8,9	6,3	33,7	37,2	1219,1
	Entre Douro e Vouga	489,6	183,5	93,4	360,8	203,8	4,9	98,1	322,8	14,8	13,0	66,2	50,1	1900,7
Centro	Baixo Vouga	378,4	200,2	67,4	329,0	192,0	4,6	73,4	274,5	17,9	10,8	50,9	43,2	1641,9
	Dão-Lafões	405,9	184,3	46,8	272,6	184,2	8,3	65,6	278,2	9,5	6,2	33,6	26,4	1521,5
	Beira interior norte	283,9	130,9	6,5	137,7	131,1	15,7	31,0	228,7	0,2	0,5	5,4	5,6	977,2
	Serra da estrela	537,4	293,0	5,7	300,2	259,7	3,0	69,0	383,1	0,0	0,0	8,2	8,0	1867,3
	Baixo Mondego	257,1	142,3	56,9	172,2	134,9	9,0	43,6	178,0	9,2	24,0	19,3	21,8	1068,0
	Pinhal interior norte	341,7	189,8	36,0	210,1	176,5	5,5	48,5	243,2	5,0	12,1	15,9	16,7	1300,9
	Cova da beira	314,2	170,5	7,5	157,3	156,1	6,2	35,4	263,9	0,0	0,0	4,6	4,8	1120,4
	Beira interior sul	292,0	165,7	7,8	140,2	145,8	4,7	31,4	236,9	0,0	0,4	4,4	3,9	1033,1
	Pinhal litoral	234,6	143,2	44,0	129,0	135,0	10,5	37,6	172,9	1,2	17,5	12,1	14,5	952,2
	Pinhal interior sul	230,2	140,4	17,3	119,3	131,5	6,5	28,3	173,2	0,5	4,8	7,4	5,9	865,4
	Médio tejo	210,7	129,7	19,5	121,4	138,7	14,5	31,3	159,9	0,5	5,0	7,7	7,8	846,7
	Oeste	213,0	159,2	22,5	90,5	132,3	9,3	34,3	135,7	1,0	5,3	3,6	4,0	810,7
Lisboa	Grande Lisboa	207,8	136,6	19,1	82,5	129,5	0,9	20,7	115,0	0,0	1,0	0,0	1,0	714,1
	Península de setúbal	178,4	143,1	12,9	92,8	132,5	2,5	19,2	118,9	0,0	0,5	0,0	0,5	701,0
Alentejo	Lezíria do tejo	155,9	182,4	32,2	86,9	127,2	12,8	34,9	129,9	0,6	3,5	3,3	3,9	773,4
	Alto Alentejo	170,3	121,0	11,0	87,9	110,8	13,9	23,7	143,0	0,0	2,3	2,6	3,2	689,8
	Alentejo central	156,6	116,9	5,9	88,1	112,8	11,1	22,6	97,0	0,0	0,2	0,1	2,3	613,6
	Alentejo litoral	153,6	142,0	9,0	89,8	127,0	12,9	32,7	83,7	0,0	0,0	0,2	8,4	659,2
	Baixo Alentejo	127,0	126,3	8,7	64,0	99,5	14,2	33,2	60,8	0,0	0,8	0,1	14,1	548,7
Algarve	Algarve	152,7	192,7	3,5	69,4	97,7	9,2	33,5	58,8	0,0	0,9	0,0	11,3	629,7

Anexo 6 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1994/1995

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	191,5	243,0	218,4	323,9	243,1	89,8	44,3	175,4	21,2	61,3	17,9	116,0	1745,8
	Cávado	145,0	230,7	195,7	268,5	207,1	88,3	51,0	122,3	14,6	41,3	11,7	84,9	1461,0
	Ave	151,0	227,3	195,1	278,4	225,5	72,5	44,6	116,8	19,8	43,9	10,4	102,3	1487,3
	Alto Trás-os-Montes	108,7	143,3	117,1	177,3	138,5	46,8	28,4	85,1	35,2	42,9	5,6	74,7	1003,6
	Grande Porto	141,7	164,4	161,3	261,4	211,8	79,5	40,8	112,8	8,1	30,1	3,6	94,5	1310,0
	Tâmega	168,5	199,4	177,1	302,9	232,9	59,3	41,0	115,3	16,1	35,7	5,3	110,8	1464,3
	Douro	109,1	139,7	104,1	176,0	142,3	29,3	28,8	70,8	24,0	29,8	3,1	69,6	926,6
	Entre Douro e Vouga	180,0	174,9	159,7	317,4	222,1	62,0	43,9	119,3	7,2	25,1	1,5	102,0	1414,9
Centro	Baixo Vouga	189,5	140,1	114,3	270,8	222,8	58,2	38,2	97,3	15,1	21,1	1,5	86,6	1255,2
	Dão-Lafões	146,7	148,4	106,3	224,0	163,8	41,7	47,1	73,2	22,5	17,5	0,6	73,2	1064,8
	Beira interior norte	86,9	113,2	47,2	115,9	74,7	19,5	36,5	41,9	29,0	14,4	0,8	39,1	618,9
	Serra da estrela	134,8	210,2	123,5	210,9	118,6	44,6	85,0	32,7	43,8	4,5	0,0	69,0	1077,6
	Baixo Mondego	145,2	126,2	50,3	152,1	165,5	34,8	32,3	38,9	14,0	6,0	0,0	54,0	819,1
	Pinhal interior norte	131,0	142,3	70,8	152,6	145,2	35,4	51,9	30,5	22,4	8,5	0,0	56,1	846,3
	Cova da beira	92,6	133,4	58,6	125,6	104,6	25,6	45,2	36,3	29,4	6,7	0,9	43,6	702,4
	Beira interior sul	85,2	122,5	54,0	113,6	103,8	22,1	41,1	29,7	25,6	5,0	0,7	37,7	641,0
	Pinhal litoral	93,5	106,3	44,6	95,4	117,9	35,1	56,0	14,7	8,3	6,4	0,0	40,6	618,8
	Pinhal interior sul	81,9	90,7	41,6	78,0	102,7	17,6	40,0	8,0	13,6	7,7	0,0	33,4	515,3
	Médio tejo	91,1	87,5	36,5	78,4	98,7	17,9	45,3	6,6	15,6	7,7	0,0	40,7	526,2
	Oeste	56,9	77,3	29,1	71,6	65,7	38,0	51,9	19,3	1,9	2,0	0,0	29,7	443,4
Lisboa	Grande Lisboa	48,2	67,1	36,7	60,6	56,1	23,0	24,2	35,5	3,1	1,6	0,0	27,0	383,1
	Península de setúbal	59,5	82,3	34,3	64,0	51,9	17,9	29,3	24,3	11,1	1,3	0,0	20,5	396,1
Alentejo	Lezíria do tejo	71,7	76,8	24,4	66,9	66,3	28,5	40,8	10,6	11,9	1,8	0,0	28,2	427,8
	Alto Alentejo	74,4	91,0	27,2	66,4	75,2	16,3	23,1	11,1	18,3	4,8	1,3	22,9	432,0
	Alentejo central	57,9	72,8	37,6	50,4	51,5	21,0	17,9	16,5	15,3	3,1	0,0	14,4	358,4
	Alentejo litoral	62,1	67,6	42,8	50,8	51,4	23,9	25,1	17,0	13,1	2,5	0,0	11,4	367,6
	Baixo Alentejo	52,8	51,4	44,6	37,4	47,9	25,7	22,3	23,7	10,6	3,6	0,1	9,1	329,3
Algarve	Algarve	55,8	72,6	76,5	49,8	67,5	28,7	31,0	9,6	9,7	6,9	0,3	8,9	417,3

Anexo 7 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1995/1996

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	177,2	323,3	355,9	434,8	244,6	113,5	104,8	158,3	15,0	51,0	39,5	106,3	2124,2
	Cávado	160,6	344,3	330,2	459,1	228,1	109,3	108,3	126,9	17,1	36,4	31,2	85,7	2036,9
	Ave	149,7	335,2	379,2	474,2	216,4	111,9	106,2	129,8	10,0	30,8	26,2	86,4	2055,8
	Alto Trás-os-Montes	88,1	214,7	264,4	357,0	99,3	76,9	67,0	140,3	5,0	24,3	18,2	74,8	1430,1
	Grande Porto	111,9	309,7	378,5	446,1	254,2	95,1	92,4	126,7	10,8	28,5	23,5	88,2	1965,8
	Tâmega	122,7	322,3	466,1	491,4	243,1	113,3	101,2	143,3	4,6	23,3	17,2	97,0	2145,3
	Douro	82,1	206,8	297,9	360,3	125,0	82,4	69,8	126,7	2,5	15,5	8,3	65,3	1442,7
	Entre Douro e Vouga	106,6	318,5	503,9	493,5	281,4	112,0	98,3	153,8	6,5	21,4	13,1	107,0	2215,9
Centro	Baixo Vouga	80,7	248,8	435,9	447,6	260,5	91,0	85,9	133,9	5,9	19,2	15,9	109,9	1934,9
	Dão-Lafões	84,3	222,3	419,5	500,0	212,8	104,4	83,3	161,5	3,3	12,4	6,8	90,0	1900,7
	Beira interior norte	53,8	130,0	252,2	431,8	96,9	75,7	51,0	160,6	3,6	5,4	0,7	52,7	1314,2
	Serra da estrela	110,5	217,5	559,5	863,5	247,5	161,3	103,5	273,0	0,0	7,5	0,0	101,5	2645,3
	Baixo Mondego	54,6	163,9	323,6	394,4	187,4	86,7	66,0	134,3	0,0	7,8	5,3	69,7	1493,5
	Pinhal interior norte	77,7	176,3	376,8	520,7	196,2	109,2	75,9	178,8	0,0	6,9	2,8	74,8	1796,0
	Cova da beira	64,3	139,6	302,0	524,4	105,4	85,6	46,9	185,3	1,9	2,9	0,5	59,5	1518,4
	Beira interior sul	60,3	137,9	288,7	471,1	89,1	81,1	44,4	169,4	1,5	2,2	0,4	56,7	1402,5
	Pinhal litoral	55,8	166,8	247,7	379,9	161,2	89,6	51,1	136,8	0,1	4,6	2,6	41,6	1337,8
	Pinhal interior sul	74,4	137,8	239,0	346,2	94,4	75,7	43,2	147,8	0,0	1,9	0,4	45,8	1206,6
	Médio tejo	85,4	131,8	224,2	362,4	103,7	81,6	38,5	159,7	0,0	2,6	0,4	44,7	1234,9
	Oeste	47,6	202,3	197,5	357,9	129,3	75,7	24,8	132,8	1,4	2,9	2,7	41,7	1216,6
Lisboa	Grande Lisboa	53,0	192,9	238,3	358,4	99,4	70,3	19,7	131,4	0,0	0,0	0,0	36,5	1199,9
	Península de setúbal	42,3	239,1	266,5	364,8	82,1	65,7	32,1	131,9	0,0	0,0	0,6	38,4	1263,3
Alentejo	Lezíria do tejo	44,7	162,7	201,0	335,6	100,9	75,3	25,9	126,6	0,8	2,2	4,5	38,7	1118,9
	Alto Alentejo	40,2	139,8	257,6	321,2	62,2	64,0	28,5	117,8	1,5	1,0	3,8	48,1	1085,8
	Alentejo central	16,9	189,8	262,7	324,9	59,4	56,4	31,0	99,6	0,0	0,3	3,0	52,7	1096,9
	Alentejo litoral	19,0	218,5	268,4	347,7	73,2	75,3	37,8	112,2	0,0	0,5	0,5	47,9	1201,0
	Baixo Alentejo	9,1	151,2	228,6	306,5	58,9	75,5	30,4	95,3	0,0	0,3	0,1	48,2	1004,2
Algarve	Algarve	13,7	159,3	306,0	364,7	86,0	182,5	31,9	83,1	0,0	0,0	0,0	34,9	1262,0

Anexo 8 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1996/1997

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	189,9	282,7	260,6	188,8	97,1	0,0	74,8	250,2	129,5	29,8	64,2	16,0	1583,6
	Cávado	167,0	249,3	260,6	212,3	94,4	0,0	66,5	252,7	114,5	30,3	60,5	17,3	1525,1
	Ave	141,0	261,9	248,4	205,8	91,6	0,0	66,1	228,9	113,5	35,6	61,6	11,2	1465,5
	Alto Trás-os-Montes	81,9	156,5	199,7	133,5	41,4	0,2	52,3	139,4	87,4	51,0	50,2	13,5	1007,0
	Grande Porto	107,7	225,6	260,9	223,6	68,3	0,0	70,7	220,0	123,8	26,8	71,6	2,5	1401,5
	Tâmega	111,3	250,6	298,1	231,4	66,1	0,0	67,4	210,7	138,1	32,3	71,1	6,7	1483,7
	Douro	80,7	153,4	239,7	156,7	35,6	0,0	50,4	144,7	82,1	34,0	49,3	10,9	1037,4
	Entre Douro e Vouga	107,7	226,7	359,9	263,4	43,3	0,0	69,1	216,2	163,9	23,5	79,7	8,3	1561,5
Centro	Baixo Vouga	88,3	201,8	289,8	237,4	41,8	0,0	60,0	198,3	133,8	28,4	62,0	6,8	1348,1
	Dão-Lafões	87,0	184,8	363,9	245,0	23,7	0,0	55,6	154,5	116,6	32,5	48,7	17,3	1329,6
	Beira interior norte	60,8	115,4	333,3	184,5	4,0	0,0	41,7	97,1	74,5	36,2	33,9	30,7	1011,9
	Serra da estrela	117,0	245,5	606,5	370,0	6,5	0,0	52,5	109,5	130,0	31,0	41,0	46,5	1756,0
	Baixo Mondego	63,9	123,8	213,2	171,9	16,7	0,3	45,2	126,3	82,2	34,0	30,4	7,6	915,4
	Pinhal interior norte	78,9	151,5	327,8	217,3	14,5	0,2	46,6	124,6	93,3	32,6	32,7	20,3	1140,0
	Cova da beira	70,6	138,0	359,5	221,7	4,0	0,0	42,2	123,0	88,3	36,2	28,9	46,2	1158,7
	Beira interior sul	60,2	120,8	316,6	203,6	3,6	0,0	34,5	111,6	68,7	31,2	27,7	43,9	1022,3
	Pinhal litoral	56,4	88,8	223,4	136,8	11,9	0,2	46,5	114,8	73,4	25,2	28,2	9,2	814,8
	Pinhal interior sul	45,6	85,3	233,1	148,5	8,4	0,0	25,5	110,1	38,5	22,5	28,8	22,8	769,1
	Médio tejo	52,5	83,9	262,7	140,8	7,9	0,0	32,0	120,8	48,1	20,2	30,7	14,2	813,8
	Oeste	40,4	63,8	254,0	153,7	5,1	0,2	38,5	97,2	66,4	29,5	19,2	3,3	771,3
Lisboa	Grande Lisboa	29,2	55,2	248,4	160,6	3,3	0,5	35,4	67,5	39,3	30,8	14,2	9,3	693,7
	Península de setúbal	32,7	68,1	232,5	138,1	6,0	0,3	43,0	107,1	33,7	16,5	12,4	8,6	698,7
Alentejo	Lezíria do tejo	41,5	64,6	240,7	135,0	4,1	0,0	39,2	102,9	57,3	21,2	27,0	6,1	739,6
	Alto Alentejo	46,9	81,6	218,7	139,6	2,1	0,0	27,2	86,0	31,8	16,2	24,2	21,6	695,8
	Alentejo central	45,0	74,7	217,4	145,9	3,6	0,0	42,3	88,1	34,8	17,9	23,3	22,5	715,6
	Alentejo litoral	32,3	56,7	224,9	153,7	4,1	0,0	53,7	99,0	28,2	6,4	20,8	31,4	711,1
	Baixo Alentejo	28,2	42,5	258,2	140,9	3,4	0,0	65,8	59,2	23,2	12,1	19,3	25,1	678,0
Algarve	Algarve	30,5	40,1	383,2	152,9	4,4	0,0	83,3	51,9	61,4	18,2	4,8	20,1	850,7

Anexo 9 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1997/1998

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	275,9	581,7	411,0	237,2	41,4	54,6	438,1	106,3	34,5	18,9	4,7	206,6	2410,8
	Cávado	278,0	548,6	369,4	186,8	56,4	44,2	390,6	100,5	57,2	23,3	0,0	212,4	2267,2
	Ave	247,5	544,7	347,0	211,3	54,8	46,2	374,3	110,1	50,3	21,8	2,7	194,6	2205,0
	Alto Trás-os-Montes	172,2	332,7	222,8	140,0	38,1	40,5	208,3	94,5	41,9	12,1	10,9	119,9	1433,8
	Grande Porto	201,4	502,6	327,6	185,4	44,9	48,1	331,3	119,2	46,5	21,0	0,0	160,6	1988,8
	Tâmega	226,0	535,3	337,4	215,1	50,3	51,6	334,1	124,9	54,6	18,8	3,6	182,0	2133,6
	Douro	148,9	367,4	241,3	130,4	39,1	36,8	187,7	90,8	48,2	15,2	6,8	137,8	1450,3
	Entre Douro e Vouga	235,1	529,8	350,1	194,4	47,4	55,0	310,2	130,2	66,0	17,4	1,9	187,2	2124,4
Centro	Baixo Vouga	180,8	544,9	306,5	175,1	48,5	49,9	299,5	131,1	59,7	17,4	0,0	171,8	1984,9
	Dão-Lafões	190,9	488,5	299,6	148,7	64,0	59,7	222,5	123,9	73,0	9,4	3,7	170,0	1853,8
	Beira interior norte	137,7	358,8	214,7	74,8	62,2	48,3	100,9	119,1	51,7	14,8	6,0	145,2	1334,1
	Serra da estrela	280,5	649,5	359,0	147,0	153,0	124,8	217,5	183,5	124,0	0,5	3,0	201,6	2443,9
	Baixo Mondego	118,5	461,0	212,8	104,8	42,3	37,2	178,4	91,7	57,3	4,9	0,0	96,8	1405,6
	Pinhal interior norte	157,0	511,2	286,5	114,4	70,5	64,3	181,6	126,6	77,5	2,9	0,8	113,4	1706,5
	Cova da beira	182,4	424,9	234,0	74,6	90,0	56,1	105,9	133,6	58,0	6,7	1,0	149,1	1516,3
	Beira interior sul	166,1	380,7	208,0	63,1	85,7	45,9	91,2	113,6	47,5	5,0	1,3	118,5	1326,5
	Pinhal litoral	111,3	428,9	236,8	91,5	45,0	39,0	141,3	99,6	52,8	2,5	0,0	47,8	1296,5
	Pinhal interior sul	110,9	337,7	216,7	60,6	57,9	30,4	87,4	83,6	46,2	0,6	0,8	36,8	1069,7
	Médio tejo	120,5	355,5	225,9	73,7	61,8	34,4	98,3	92,9	60,9	0,8	0,0	52,0	1176,6
	Oeste	165,1	354,3	162,1	82,0	76,3	33,6	87,3	74,4	45,5	1,4	0,0	41,8	1123,8
Lisboa	Grande Lisboa	201,9	304,2	130,9	62,2	82,1	32,1	49,7	56,3	38,3	0,0	0,0	46,0	1003,7
	Península de setúbal	190,1	303,0	153,6	56,5	71,2	33,7	42,6	69,4	26,6	0,0	0,0	45,0	991,4
Alentejo	Lezíria do tejo	151,1	343,2	152,6	68,3	80,9	31,9	84,1	84,8	45,3	1,0	0,0	46,0	1089,2
	Alto Alentejo	118,7	291,8	161,6	48,4	88,5	19,4	66,6	115,3	30,5	0,4	0,4	56,3	998,0
	Alentejo central	104,1	291,5	161,3	49,3	83,6	23,5	51,2	138,4	9,9	0,1	0,0	53,5	966,5
	Alentejo litoral	110,2	313,5	177,8	56,6	70,2	26,4	50,5	84,7	8,6	0,0	0,0	50,5	948,9
	Baixo Alentejo	78,5	307,6	148,7	56,4	58,0	17,1	41,9	93,8	3,1	0,0	0,0	65,8	870,9
Algarve	Algarve	146,4	245,9	193,5	96,0	95,2	19,8	33,6	87,8	4,6	0,0	0,0	83,9	1006,7

Anexo 10 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1998/1999

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	78,9	91,4	184,1	113,6	50,4	103,6	185,9	102,9	21,5	17,8	106,1	300,4	1356,6
	Cávado	75,7	102,8	170,0	129,3	41,6	100,7	190,6	88,5	22,0	13,1	69,2	303,4	1306,7
	Ave	70,3	110,4	136,9	120,8	38,4	111,3	191,5	101,1	20,0	13,5	93,8	270,9	1278,8
	Alto Trás-os-Montes	35,2	48,7	66,5	83,6	22,2	67,1	108,9	94,2	15,1	12,2	78,7	158,0	790,5
	Grande Porto	71,1	109,1	116,1	109,2	41,4	108,8	139,5	100,5	18,1	13,2	81,2	237,3	1145,6
	Tâmega	69,6	122,3	104,7	117,0	35,9	130,6	164,9	119,1	19,2	14,3	102,9	233,5	1233,9
	Douro	43,0	71,7	62,1	84,2	22,9	79,0	110,8	94,1	12,9	12,1	66,2	143,0	801,9
	Entre Douro e Vouga	74,2	126,8	105,8	121,7	36,7	139,3	137,3	124,4	20,3	14,7	87,4	228,6	1216,9
Centro	Baixo Vouga	69,6	106,4	86,0	100,3	29,8	124,9	136,3	116,2	16,3	16,0	73,2	200,5	1075,2
	Dão-Lafões	51,7	82,3	70,3	118,2	25,5	119,9	112,2	105,1	12,2	19,3	63,6	171,8	952,0
	Beira interior norte	23,0	34,0	32,1	101,2	18,6	77,7	81,5	81,7	16,4	15,9	35,2	101,5	618,8
	Serra da estrela	31,2	58,1	64,0	211,5	26,5	177,3	119,5	99,4	10,5	38,0	56,0	182,4	1074,4
	Baixo Mondego	53,8	64,0	56,0	78,8	24,3	105,7	86,9	78,2	5,0	9,4	45,2	133,1	740,2
	Pinhal interior norte	44,6	61,3	58,1	112,8	25,7	122,1	91,4	93,6	5,6	15,5	43,8	143,7	818,2
	Cova da beira	16,6	30,0	38,0	131,0	18,8	93,7	76,3	62,0	19,1	17,9	32,7	116,1	652,1
	Beira interior sul	19,2	23,6	34,4	114,6	15,9	82,4	60,4	58,4	17,0	14,8	33,3	110,6	584,4
	Pinhal litoral	34,6	54,1	56,8	81,9	28,6	83,1	58,1	81,7	1,7	14,0	31,9	124,8	651,3
	Pinhal interior sul	30,0	35,9	36,9	77,6	16,5	67,5	43,0	73,9	4,3	3,5	25,1	95,5	509,8
	Médio tejo	30,8	57,3	42,3	83,2	20,1	68,8	50,1	78,0	0,7	1,8	22,3	97,4	552,6
	Oeste	16,4	37,8	62,4	111,4	16,7	80,5	43,9	61,1	0,6	11,3	21,6	109,3	572,9
Lisboa	Grande Lisboa	16,2	18,9	64,0	81,7	13,1	76,9	41,1	60,7	0,0	0,0	3,4	104,1	480,1
	Península de setúbal	21,7	31,6	45,0	77,9	16,6	66,1	52,3	53,1	0,0	5,8	7,2	98,2	475,2
Alentejo	Lezíria do tejo	17,1	46,1	44,9	101,4	16,2	68,2	41,0	66,2	1,1	6,8	28,3	97,5	534,8
	Alto Alentejo	16,7	33,8	34,0	76,3	10,8	61,4	36,5	52,4	4,8	1,2	15,5	79,2	422,7
	Alentejo central	13,5	25,7	22,0	89,6	17,6	73,7	43,4	46,2	1,1	2,3	11,4	85,8	432,4
	Alentejo litoral	14,2	19,2	26,8	82,7	19,8	76,0	35,3	49,3	0,3	4,1	11,6	95,2	434,6
	Baixo Alentejo	5,5	16,9	25,8	65,5	16,5	88,3	28,2	30,3	0,2	1,8	8,3	80,4	367,6
Algarve	Algarve	12,7	14,6	33,7	70,8	11,9	117,7	29,0	26,5	0,0	5,1	5,0	58,5	385,5

Anexo 11 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 1999/2000

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	233,3	63,0	275,5	46,8	48,4	36,3	368,2	144,7	17,1	60,5	27,8	81,6	1403,0
	Cávado	287,0	64,0	237,7	26,6	52,2	31,9	385,8	126,6	16,8	84,9	12,4	72,2	1397,8
	Ave	309,6	50,9	266,2	24,9	58,8	28,3	416,5	130,0	14,0	81,5	11,0	58,8	1450,4
	Alto Trás-os-Montes	207,3	29,7	137,4	20,1	34,3	29,9	271,7	96,4	6,8	40,2	14,3	49,6	937,6
	Grande Porto	301,5	55,9	272,4	24,7	55,0	31,0	423,7	103,6	15,8	84,7	8,2	39,0	1415,6
	Tâmega	327,0	53,4	294,2	26,0	59,2	31,5	467,4	117,7	10,2	70,6	7,9	33,1	1498,2
	Douro	222,2	25,6	147,5	16,2	33,1	24,3	296,7	103,2	7,2	42,8	8,7	34,9	962,4
	Entre Douro e Vouga	321,7	69,0	293,9	28,8	53,0	38,2	487,7	101,8	9,1	63,2	6,3	21,0	1493,4
Centro	Baixo Vouga	253,9	54,0	335,8	25,0	48,6	31,3	422,9	96,6	6,6	69,5	8,6	15,9	1368,4
	Dão-Lafões	260,1	42,4	228,0	23,4	41,6	36,6	367,7	122,2	6,7	44,9	9,7	29,7	1212,9
	Beira interior norte	194,2	12,3	86,0	19,5	24,0	34,6	192,0	132,7	3,8	20,9	7,2	29,9	757,1
	Serra da estrela	330,5	39,6	248,9	30,2	58,0	65,0	401,1	206,3	3,0	34,0	10,0	48,0	1474,6
	Baixo Mondego	199,5	20,0	185,4	14,6	26,5	31,1	274,6	101,8	2,2	34,6	16,0	33,8	940,0
	Pinhal interior norte	234,3	33,7	176,8	17,9	31,6	40,4	311,6	124,0	2,6	29,4	12,6	35,9	1050,7
	Cova da beira	249,6	15,9	101,6	18,4	29,4	34,9	209,2	145,9	1,0	15,4	5,5	29,8	856,6
	Beira interior sul	258,2	18,0	89,8	16,8	28,9	29,1	191,5	131,0	1,0	14,7	5,1	27,4	811,4
	Pinhal litoral	188,2	32,8	83,6	13,6	17,4	31,7	235,7	86,9	6,1	20,2	20,1	29,4	765,7
	Pinhal interior sul	238,7	39,4	62,0	11,9	22,3	22,7	198,4	91,3	2,9	12,2	5,3	19,3	726,3
	Médio tejo	209,2	45,6	57,8	9,8	21,1	22,8	222,8	92,4	3,1	10,4	3,9	17,2	716,1
	Oeste	167,7	39,9	56,0	27,3	23,7	17,8	201,6	75,5	5,8	19,3	14,6	16,9	666,2
Lisboa	Grande Lisboa	147,9	47,5	47,2	25,5	28,7	14,5	189,5	38,5	0,0	6,5	2,0	13,0	560,8
	Península de setúbal	195,7	45,9	47,5	18,2	19,0	12,9	158,7	62,5	0,0	8,3	3,8	11,5	583,7
Alentejo	Lezíria do tejo	180,2	30,2	45,7	15,5	20,9	17,6	176,0	95,4	4,0	16,1	10,0	17,0	628,6
	Alto Alentejo	221,4	23,0	50,3	9,0	16,1	21,6	154,5	104,2	2,1	6,6	1,7	14,9	625,4
	Alentejo central	186,8	21,9	48,6	8,9	10,5	21,5	148,9	106,7	1,7	3,6	2,0	12,3	573,5
	Alentejo litoral	185,3	43,5	65,6	8,7	12,8	15,9	167,7	93,3	0,0	4,6	2,2	8,1	607,6
	Baixo Alentejo	119,0	40,2	51,1	19,2	8,2	37,2	162,6	98,7	0,9	1,4	0,6	5,9	545,0
Algarve	Algarve	144,0	51,0	65,3	48,7	6,6	35,7	198,1	111,8	0,0	0,0	0,9	10,7	673,0

Anexo 12 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2000/2001

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	138,1	494,4	507,5	469,9	190,6	664,6	87,4	119,6	7,0	54,5	51,2	26,1	2811,0
	Cávado	122,0	467,3	555,5	455,6	141,1	645,6	116,2	133,2	12,0	40,1	26,9	27,6	2742,8
	Ave	122,8	398,9	567,1	513,3	177,8	729,3	109,1	123,5	8,9	56,4	39,1	28,9	2875,1
	Alto Trás-os-Montes	72,8	221,2	382,8	341,9	152,4	470,6	40,4	74,7	2,4	48,1	36,3	24,2	1867,7
	Grande Porto	159,7	360,9	538,0	491,9	192,2	689,1	89,9	113,5	7,7	31,6	19,9	20,1	2714,4
	Tâmega	145,0	351,6	638,5	600,4	224,6	770,4	86,2	122,4	4,4	52,7	37,7	28,0	3061,9
	Douro	68,2	212,5	453,7	395,7	153,0	478,4	52,2	101,0	2,3	37,3	33,0	20,3	2007,5
	Entre Douro e Vouga	166,3	372,7	698,2	629,8	234,7	727,9	70,5	131,1	3,0	32,7	24,2	25,6	3116,4
Centro	Baixo Vouga	162,7	331,4	520,3	544,0	185,9	550,0	51,9	91,0	5,0	23,1	7,3	10,7	2483,0
	Dão-Lafões	109,6	319,4	627,2	533,9	182,0	499,5	45,6	102,2	2,4	20,8	13,1	30,7	2486,3
	Beira interior norte	61,7	216,2	467,8	344,1	121,4	239,6	21,8	84,1	0,0	13,6	2,7	23,1	1595,9
	Serra da estrela	99,8	461,0	955,5	705,2	209,8	484,6	32,1	88,3	0,0	9,2	2,6	81,7	3129,8
	Baixo Mondego	88,1	240,6	409,1	431,0	141,4	323,1	27,5	83,7	4,2	37,7	14,3	19,5	1820,0
	Pinhal interior norte	87,4	302,0	545,7	483,6	161,8	336,6	29,3	81,2	5,1	37,9	10,7	38,7	2120,0
	Cova da beira	77,7	244,9	541,7	411,9	136,4	289,7	16,4	78,3	2,0	13,7	5,9	35,8	1854,6
	Beira interior sul	73,7	226,7	476,5	376,9	128,1	269,1	14,7	75,9	3,3	14,6	5,5	39,1	1704,0
	Pinhal litoral	85,0	203,0	339,2	311,6	119,5	194,4	30,0	71,2	6,9	46,0	13,0	19,5	1439,4
	Pinhal interior sul	70,7	191,0	309,9	268,4	110,4	191,1	16,3	59,4	8,5	38,6	5,9	36,5	1306,7
	Médio tejo	75,0	176,9	300,2	241,8	97,6	178,6	17,8	53,7	10,6	35,5	7,2	29,6	1224,4
	Oeste	72,9	168,9	309,5	238,7	76,1	127,2	20,4	53,8	12,3	8,6	9,6	30,5	1128,5
Lisboa	Grande Lisboa	69,9	117,7	271,8	219,9	80,0	80,0	5,5	45,8	20,0	0,0	1,2	41,0	952,8
	Península de setúbal	67,0	125,3	253,4	187,1	71,5	116,0	4,9	32,4	19,6	1,6	1,4	48,6	928,5
Alentejo	Lezíria do tejo	71,1	157,9	279,1	193,1	72,1	142,5	16,5	46,1	14,2	7,7	7,7	33,5	1041,5
	Alto Alentejo	58,4	152,0	255,3	189,9	85,9	168,1	7,2	56,4	10,7	10,0	3,4	44,6	1042,0
	Alentejo central	47,7	127,5	265,7	145,3	83,6	141,0	3,0	41,0	17,5	1,6	1,8	73,4	949,0
	Alentejo litoral	48,0	122,6	258,6	158,0	78,6	126,9	4,3	29,7	16,4	2,7	1,2	53,7	900,5
	Baixo Alentejo	33,5	82,6	247,0	120,4	83,2	104,8	2,7	34,0	11,1	1,4	0,8	58,6	780,2
Algarve	Algarve	29,6	82,4	288,6	147,3	80,3	151,1	1,6	36,8	1,3	2,0	0,1	65,9	887,0

Anexo 13 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2001/2002

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	236,4	0,3	23,7	146,8	117,3	126,8	45,4	104,7	68,1	23,6	15,3	56,4	964,8
	Cávado	219,7	1,9	20,5	152,7	81,5	141,1	39,8	60,9	38,3	23,6	3,8	54,0	837,6
	Ave	220,8	1,4	15,0	195,5	90,4	152,9	45,2	76,9	30,7	23,5	10,3	87,4	949,7
	Alto Trás-os-Montes	153,4	2,2	9,2	136,3	71,9	98,3	35,1	66,1	35,4	11,4	12,0	94,2	725,4
	Grande Porto	160,5	2,2	9,4	119,9	57,7	146,6	41,1	81,2	41,2	27,3	15,4	104,5	807,0
	Tâmega	174,1	1,7	7,3	160,6	67,2	128,9	38,0	69,4	31,0	17,9	13,3	120,4	829,7
	Douro	135,9	4,1	7,8	135,6	53,4	82,7	29,9	43,7	13,6	9,1	10,9	84,2	610,7
	Entre Douro e Vouga	126,3	2,6	5,1	82,7	35,1	93,2	25,5	46,0	39,1	12,3	9,9	119,9	597,6
Centro	Baixo Vouga	106,0	7,1	4,8	50,0	24,8	144,5	44,6	61,6	26,9	12,3	9,9	109,2	601,5
	Dão-Lafões	129,4	10,2	7,0	96,6	34,3	110,4	37,6	35,4	16,4	5,0	4,2	110,8	597,4
	Beira interior norte	115,5	13,6	25,0	149,6	20,5	76,6	30,4	19,0	0,7	0,1	2,6	71,6	525,1
	Serra da estrela	242,6	23,7	7,8	170,9	38,7	191,8	72,8	26,5	1,8	0,0	0,1	177,8	954,5
	Baixo Mondego	150,2	10,1	4,7	72,0	37,9	93,2	35,7	31,0	2,5	0,9	2,2	89,0	529,1
	Pinhal interior norte	177,5	15,0	7,1	101,3	38,6	124,9	45,6	30,9	1,9	0,5	1,5	124,7	669,4
	Cova da beira	176,1	17,5	30,4	180,1	16,6	87,3	26,1	8,9	0,6	0,0	0,2	87,2	631,0
	Beira interior sul	174,7	17,5	28,3	168,0	21,4	99,1	31,3	13,4	0,6	0,0	0,4	96,1	650,7
	Pinhal litoral	165,8	13,1	7,6	65,2	32,6	98,6	34,1	27,9	1,7	0,6	1,8	104,7	553,8
	Pinhal interior sul	159,0	18,5	16,0	101,0	35,7	119,3	41,3	28,8	1,4	0,2	6,5	109,4	637,1
	Médio tejo	141,8	20,1	12,0	89,0	28,7	106,9	38,1	29,4	3,2	0,8	6,4	91,6	568,2
	Oeste	161,2	11,6	13,2	74,1	18,4	90,7	32,9	15,7	0,8	0,3	0,3	143,5	562,7
Lisboa	Grande Lisboa	136,1	6,5	23,8	104,5	13,2	104,7	29,7	9,6	0,2	0,1	0,0	128,2	556,6
	Península de setúbal	106,4	11,1	29,6	85,1	18,1	106,1	39,0	13,5	4,4	1,6	0,5	108,1	523,2
Alentejo	Lezíria do tejo	136,9	18,5	10,5	74,6	17,3	88,5	38,8	18,1	2,6	1,0	2,4	116,9	526,1
	Alto Alentejo	116,6	20,1	16,6	85,9	23,1	98,2	47,9	24,9	2,6	0,6	6,9	87,8	531,2
	Alentejo central	110,8	36,0	35,8	49,7	17,7	92,6	62,9	22,0	3,8	1,2	6,2	73,4	512,1
	Alentejo litoral	83,0	27,5	56,8	39,9	24,0	106,9	55,8	17,3	6,2	1,6	0,9	97,6	517,2
	Baixo Alentejo	90,0	39,1	60,5	44,3	17,0	87,9	65,3	15,7	3,8	0,9	0,6	79,5	504,8
Algarve	Algarve	92,6	46,7	165,1	60,7	9,5	86,5	58,5	22,0	0,8	0,4	0,4	105,5	648,8

Anexo 14 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2002/2003

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	247,8	221,2	163,9	193,6	199,4	180,8	201,3	25,9	56,4	66,4	49,8	26,1	1632,7
	Cávado	129,7	112,1	150,9	199,4	114,1	157,8	176,1	19,8	66,9	44,5	43,9	16,4	1231,5
	Ave	205,4	227,0	249,0	279,0	97,1	129,5	151,2	14,7	63,0	40,1	41,3	41,4	1538,4
	Alto Trás-os-Montes	163,7	209,1	217,6	167,8	103,0	83,0	109,1	10,0	34,1	25,2	29,5	25,6	1177,7
	Grande Porto	223,0	295,0	299,9	320,6	129,7	128,1	120,1	18,5	68,9	28,2	48,5	33,1	1713,7
	Tâmega	256,0	342,5	356,5	360,7	115,5	112,8	118,8	12,5	61,6	28,6	53,9	44,1	1863,4
	Douro	173,3	209,0	250,7	228,9	66,3	69,8	92,5	5,2	36,0	20,7	36,0	29,1	1217,4
	Entre Douro e Vouga	230,9	343,1	365,8	362,9	150,9	124,5	111,3	15,5	64,2	21,6	69,1	21,9	1881,6
Centro	Baixo Vouga	231,3	277,7	264,1	312,6	148,3	113,6	103,5	15,6	56,8	20,0	47,6	18,7	1609,6
	Dão-Lafões	184,3	233,5	272,3	270,0	131,3	118,0	119,9	8,1	36,4	16,1	45,8	23,3	1459,1
	Beira interior norte	114,3	123,1	186,3	155,7	84,1	88,5	104,7	2,4	9,9	5,9	29,7	19,6	924,0
	Serra da estrela	159,5	214,1	365,4	308,7	193,3	204,1	206,2	2,3	21,5	6,5	38,5	46,3	1766,4
	Baixo Mondego	162,7	169,2	141,2	177,9	104,4	85,3	82,1	6,2	27,6	15,4	25,3	14,1	1011,0
	Pinhal interior norte	146,8	178,7	203,3	201,7	126,7	114,2	110,6	4,7	21,6	12,8	26,3	26,9	1174,1
	Cova da beira	98,7	131,0	205,3	152,7	109,4	109,7	115,4	1,6	9,1	6,9	26,3	23,8	990,0
	Beira interior sul	91,4	128,7	191,3	145,0	107,6	98,6	100,5	1,5	7,4	5,7	25,5	23,2	926,4
	Pinhal litoral	126,5	156,9	122,1	134,4	93,1	69,8	72,6	5,3	15,4	9,4	24,9	28,6	859,0
	Pinhal interior sul	83,2	131,1	148,5	123,8	100,5	73,1	57,7	1,9	5,2	5,8	16,6	28,4	775,8
	Médio tejo	92,3	126,8	138,2	113,0	101,1	79,6	52,9	2,2	5,2	5,1	12,2	23,3	751,9
	Oeste	138,1	160,4	145,4	109,2	86,5	104,1	117,5	4,4	7,8	9,1	21,3	35,2	939,2
Lisboa	Grande Lisboa	88,3	134,8	113,9	91,8	86,4	75,0	76,3	3,5	5,6	1,7	13,5	7,5	698,3
	Península de setúbal	99,4	126,1	112,7	98,1	84,8	60,0	93,6	4,8	5,4	2,7	11,9	18,8	718,0
Alentejo	Lezíria do tejo	129,1	130,7	130,4	96,2	87,4	80,4	82,8	3,1	5,3	6,9	15,7	23,5	791,6
	Alto Alentejo	75,4	106,8	127,2	94,3	78,0	60,2	49,9	3,3	3,5	1,5	10,8	14,2	625,3
	Alentejo central	76,6	97,0	110,8	78,9	68,8	38,2	72,7	7,7	2,9	2,3	2,9	16,7	575,6
	Alentejo litoral	83,5	106,2	110,6	87,1	84,2	35,9	104,6	9,7	3,0	4,5	4,2	17,3	650,5
	Baixo Alentejo	87,3	82,9	101,8	60,7	75,4	30,8	86,4	9,9	1,5	2,6	1,2	8,9	549,6
Algarve	Algarve	95,6	99,8	125,9	71,0	92,0	59,3	80,2	7,9	4,1	1,2	1,8	5,3	643,9

Anexo 15 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2003/2004

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	118,5	266,3	146,6	174,6	15,5	72,6	103,0	101,1	19,2	9,1	156,6	61,4	1244,3
	Cávado	156,5	231,2	106,2	142,3	15,5	83,3	95,9	81,4	28,1	7,9	123,6	37,7	1109,2
	Ave	186,0	215,4	121,6	150,4	18,8	91,6	81,5	80,5	17,6	5,9	126,1	25,3	1120,5
	Alto Trás-os-Montes	177,9	123,4	107,3	90,4	16,8	66,3	46,0	60,3	7,4	6,5	100,5	17,1	820,0
	Grande Porto	221,3	261,9	120,4	115,3	33,8	68,7	69,2	61,6	19,6	4,4	111,1	27,5	1115,0
	Tâmega	230,0	250,8	144,6	138,3	35,7	63,5	73,3	70,9	7,3	2,8	140,2	24,1	1181,2
	Douro	196,5	136,7	95,5	94,1	21,3	49,7	51,1	55,6	4,7	2,0	94,3	11,2	812,7
	Entre Douro e Vouga	244,6	301,8	152,2	118,1	49,2	27,1	79,6	62,2	7,4	1,5	151,7	35,4	1230,6
Centro	Baixo Vouga	208,6	253,6	123,9	78,3	57,2	47,5	68,4	58,5	14,0	4,7	105,3	37,1	1056,8
	Dão-Lafões	280,9	232,5	155,4	68,2	32,8	33,0	75,2	54,5	6,3	1,9	94,7	23,5	1058,9
	Beira interior norte	257,2	150,9	123,0	17,8	16,0	29,8	45,0	32,2	1,4	0,2	38,2	6,5	718,2
	Serra da estrela	555,6	390,8	349,1	0,0	0,0	44,2	114,9	47,5	1,8	0,0	58,8	9,7	1572,4
	Baixo Mondego	217,7	117,3	67,9	72,8	55,4	41,0	61,2	59,9	8,9	5,4	68,8	29,4	805,5
	Pinhal interior norte	288,2	182,0	141,7	53,2	40,0	38,9	68,6	57,9	6,5	2,8	57,2	18,9	955,7
	Cova da beira	271,7	190,2	149,0	16,5	34,9	27,0	53,9	38,0	1,4	0,0	36,0	6,4	825,1
	Beira interior sul	246,6	171,9	126,5	21,6	56,1	25,7	46,4	42,7	2,1	0,0	30,6	5,6	775,9
	Pinhal litoral	182,0	104,2	72,5	71,3	58,5	28,7	37,5	46,0	4,6	2,6	38,3	18,8	665,0
	Pinhal interior sul	168,4	111,6	71,6	55,1	74,0	23,9	33,3	59,2	3,7	0,1	17,4	3,8	622,1
	Médio tejo	168,7	111,3	72,8	54,7	47,5	23,9	39,9	60,2	2,3	0,3	20,5	12,0	614,1
	Oeste	160,6	121,7	87,4	73,4	51,3	26,7	38,9	21,6	3,2	2,5	30,5	26,2	644,0
Lisboa	Grande Lisboa	167,6	145,4	90,5	77,7	39,3	28,9	40,7	14,2	1,5	0,8	18,0	12,0	636,6
	Península de setúbal	159,5	116,8	88,9	56,1	53,3	47,4	35,0	16,8	1,5	0,7	13,1	15,5	604,4
Alentejo	Lezíria do tejo	154,0	106,3	70,9	54,7	51,8	25,4	37,3	26,9	1,8	1,6	22,4	26,3	579,4
	Alto Alentejo	149,2	101,1	63,9	38,8	52,5	29,2	29,3	35,6	1,1	0,3	13,6	8,9	523,6
	Alentejo central	146,2	79,3	70,2	30,9	41,7	43,2	25,2	25,7	2,0	0,2	8,3	10,8	483,8
	Alentejo litoral	143,4	76,7	74,8	36,6	60,3	52,3	29,2	32,7	0,9	0,4	11,8	10,2	529,0
	Baixo Alentejo	147,3	84,0	66,7	28,9	55,1	39,6	21,5	39,8	1,8	0,2	12,0	6,2	503,1
Algarve	Algarve	149,0	98,2	82,4	23,1	75,0	38,8	12,0	49,5	0,6	0,4	11,5	6,5	547,0

Anexo 16 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2004/2005

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	342,5	36,7	85,8	36,3	24,7	151,6	83,8	74,4	36,5	28,9	5,0	44,4	950,5
	Cávado	315,6	22,4	74,3	26,2	34,1	174,2	70,5	65,1	28,9	32,5	3,0	42,1	888,7
	Ave	277,2	22,4	65,0	23,0	27,8	127,0	66,8	63,6	18,7	22,2	2,6	32,0	748,0
	Alto Trás-os-Montes	198,3	23,1	52,8	14,7	16,5	73,8	55,1	49,0	15,1	10,8	5,5	24,7	539,3
	Grande Porto	232,8	22,4	70,3	19,5	29,9	102,2	61,5	50,0	10,6	17,8	3,9	31,7	652,5
	Tâmega	267,0	23,7	68,9	17,3	27,7	79,4	64,1	58,2	7,1	15,7	3,9	34,6	667,4
	Douro	200,6	20,8	46,8	11,1	24,2	59,0	49,4	42,4	5,9	10,9	1,9	28,8	501,9
	Entre Douro e Vouga	295,2	25,0	82,2	14,8	33,8	79,0	65,1	54,3	5,7	19,6	5,7	47,2	727,4
Centro	Baixo Vouga	279,0	28,3	85,5	7,9	31,8	45,3	71,5	37,4	2,3	9,3	7,0	30,4	635,4
	Dão-Lafões	258,7	27,7	66,4	8,0	37,4	60,4	60,7	34,1	3,2	11,3	3,8	29,7	601,5
	Beira interior norte	150,9	21,9	31,2	4,2	31,0	49,7	43,1	16,5	2,7	5,7	2,8	18,6	378,3
	Serra da estrela	286,1	33,5	48,4	5,5	53,0	93,3	62,5	22,4	0,0	9,3	0,7	9,5	624,2
	Baixo Mondego	186,0	22,0	71,7	6,3	31,5	42,4	58,5	35,8	2,2	5,0	4,3	17,8	483,2
	Pinhal interior norte	216,2	25,3	60,5	7,6	34,5	57,9	57,3	29,3	1,2	9,6	4,2	14,9	518,2
	Cova da beira	177,1	22,6	30,5	4,3	27,8	55,9	38,1	16,1	1,9	6,6	3,2	11,6	395,6
	Beira interior sul	164,7	21,4	28,8	4,4	25,7	54,5	32,0	16,5	1,4	6,4	4,0	10,8	370,4
	Pinhal litoral	132,9	15,9	51,9	9,6	20,4	49,6	38,5	26,3	2,0	12,7	4,8	14,4	379,0
	Pinhal interior sul	151,7	22,1	36,1	6,6	16,0	48,2	26,8	16,9	0,1	11,0	6,0	9,4	350,9
	Médio tejo	155,5	23,7	39,3	5,8	12,1	51,6	30,0	16,0	1,0	11,8	6,3	9,6	362,8
	Oeste	144,4	23,7	49,0	3,2	12,6	40,0	25,8	18,5	3,0	12,4	5,9	11,5	350,1
Lisboa	Grande Lisboa	127,8	25,0	30,4	2,7	5,6	37,2	24,1	27,2	3,0	8,7	6,2	8,8	306,7
	Península de setúbal	104,8	21,0	28,2	3,2	6,7	38,7	20,8	30,2	2,4	6,2	4,3	6,6	272,8
Alentejo	Lezíria do tejo	125,1	21,6	41,5	2,6	10,0	48,1	22,5	17,8	2,4	8,1	4,6	8,5	312,8
	Alto Alentejo	131,4	20,8	25,4	1,9	9,8	44,5	17,7	22,3	1,1	4,1	4,4	4,6	288,0
	Alentejo central	112,4	17,8	25,9	1,5	7,3	29,1	12,8	35,1	1,5	2,1	2,9	2,8	251,2
	Alentejo litoral	104,5	18,2	30,1	2,4	14,1	33,8	10,6	30,5	2,8	3,4	2,0	4,0	256,1
	Baixo Alentejo	94,8	13,6	28,3	1,7	16,1	27,2	7,8	30,0	6,2	2,3	1,4	2,1	231,4
Algarve	Algarve	89,1	14,5	56,0	1,2	22,0	39,7	6,6	25,7	6,2	9,6	2,0	4,5	277,0

Anexo 17 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2005/2006

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	302,2	98,1	152,9	58,3	121,2	322,7	104,2	22,8	32,6	10,0	47,4	110,8	1383,2
	Cávado	274,3	83,7	124,5	50,2	98,4	248,3	88,2	16,6	68,3	104,3	98,4	96,8	1351,9
	Ave	195,8	66,5	142,4	47,9	106,4	228,1	75,7	13,9	54,4	58,9	75,6	96,3	1161,7
	Alto Trás-os-Montes	135,1	64,4	90,2	33,6	74,5	152,1	67,9	15,6	31,9	16,9	30,3	75,1	787,7
	Grande Porto	147,2	58,8	141,7	47,8	97,2	190,2	102,7	15,0	75,3	78,1	94,4	96,7	1145,2
	Tâmega	167,0	75,5	160,4	47,4	113,1	204,8	94,7	14,4	57,1	16,9	61,6	124,3	1136,9
	Douro	155,5	63,7	111,2	33,0	80,9	138,3	55,6	6,1	41,1	16,9	41,4	89,2	832,9
	Entre Douro e Vouga	216,6	101,6	160,4	49,1	111,7	201,8	126,2	17,6	73,9	20,3	70,4	152,8	1302,2
Centro	Baixo Vouga	145,1	94,1	120,0	50,3	134,8	208,1	151,1	17,6	44,4	13,6	38,9	145,7	1163,4
	Dão-Lafões	207,1	95,9	128,2	40,5	108,2	178,4	103,5	10,2	40,6	16,5	36,9	122,5	1088,5
	Beira interior norte	189,3	74,0	77,7	23,7	62,9	111,5	51,1	7,0	30,4	16,7	23,1	67,7	734,8
	Serra da estrela	312,7	117,7	150,2	37,3	118,3	213,9	90,5	3,2	15,9	10,6	21,8	102,7	1194,8
	Baixo Mondego	111,5	86,2	91,3	44,9	115,5	151,6	99,7	5,4	19,3	2,0	16,6	130,9	874,5
	Pinhal interior norte	162,6	91,4	99,4	38,8	102,5	155,8	83,9	4,3	40,7	3,8	16,6	110,1	909,6
	Cova da beira	193,2	75,2	86,1	23,4	66,3	124,9	51,1	7,8	22,8	10,6	15,6	64,4	741,5
	Beira interior sul	181,1	87,7	85,2	23,8	64,6	125,9	55,4	5,9	25,5	8,5	15,3	68,3	747,1
	Pinhal litoral	102,8	80,7	62,8	43,5	62,4	95,9	57,4	2,6	59,4	2,6	20,4	81,4	671,8
	Pinhal interior sul	139,8	95,0	64,7	27,5	60,0	104,0	50,5	2,4	71,9	2,7	10,1	67,0	695,6
	Médio tejo	139,7	87,1	55,4	30,4	59,6	89,1	44,2	4,5	72,1	2,3	7,0	54,5	646,1
	Oeste	142,8	136,9	51,4	64,5	72,0	163,3	53,8	1,6	41,1	5,6	14,1	60,2	807,5
Lisboa	Grande Lisboa	120,5	155,6	62,0	68,3	102,6	266,9	52,4	2,0	41,9	3,0	13,5	55,9	944,6
	Península de setúbal	162,3	127,5	54,6	65,8	72,2	190,9	42,5	1,4	44,9	4,1	14,6	51,7	832,1
Alentejo	Lezíria do tejo	138,3	102,0	47,9	46,9	53,6	93,7	48,6	2,2	41,5	3,5	8,8	48,2	635,3
	Alto Alentejo	144,0	75,5	56,9	27,2	51,7	93,9	44,9	1,9	34,4	4,6	11,6	45,9	592,4
	Alentejo central	148,1	66,1	56,5	34,0	41,7	94,1	34,7	0,5	30,1	10,7	8,7	35,3	560,6
	Alentejo litoral	146,3	93,4	66,8	47,8	49,8	99,7	36,9	1,5	35,8	6,0	15,9	46,4	646,1
	Baixo Alentejo	112,0	99,8	59,5	45,9	45,5	79,3	33,9	1,0	27,2	8,9	22,3	31,4	566,5
Algarve	Algarve	119,1	132,2	86,1	75,6	60,9	78,6	53,6	0,9	44,5	3,6	28,4	21,0	704,5

Anexo 18 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2006/2007

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	271,0	329,8	236,3	58,1	304,8	98,4	51,8	106,1	124,1	51,5	37,6	38,8	1708,2
	Cávado	328,3	252,6	187,3	50,5	258,7	99,3	34,9	95,5	119,3	49,8	27,5	7,6	1511,1
	Ave	292,1	259,7	176,6	44,4	237,3	85,4	42,5	91,4	108,9	36,3	26,9	10,3	1411,7
	Alto Trás-os-Montes	227,8	205,9	99,3	22,6	160,1	39,6	58,8	70,8	65,1	19,8	29,1	27,9	1026,8
	Grande Porto	231,9	249,4	189,2	33,7	203,5	79,9	43,3	76,0	98,3	48,7	18,3	13,7	1285,8
	Tâmega	270,9	286,1	187,7	33,9	229,5	73,5	48,9	80,1	97,3	34,3	30,2	17,1	1389,4
	Douro	202,0	233,3	112,9	23,6	164,2	47,7	42,4	71,2	90,4	15,4	23,8	15,8	1042,6
	Entre Douro e Vouga	285,9	305,3	209,6	29,6	242,9	75,6	47,6	73,0	96,0	45,8	34,0	21,2	1466,4
Centro	Baixo Vouga	261,1	258,6	146,5	25,9	180,8	67,7	40,5	39,2	116,8	43,6	26,6	11,3	1218,4
	Dão-Lafões	286,4	294,2	132,7	23,1	187,2	57,7	55,3	61,4	97,4	25,7	31,1	28,3	1280,6
	Beira interior norte	205,8	270,7	70,6	16,4	105,3	36,0	53,3	68,3	91,4	3,3	20,0	41,2	982,1
	Serra da estrela	427,4	495,7	129,9	26,4	192,3	65,9	91,3	94,8	101,9	5,4	42,0	82,8	1755,8
	Baixo Mondego	244,7	188,3	67,2	22,0	142,0	46,5	44,2	46,5	100,7	27,4	17,6	10,5	957,3
	Pinhal interior norte	280,7	285,1	83,6	21,4	143,8	46,6	52,6	59,8	88,1	17,4	20,2	33,3	1132,5
	Cova da beira	260,3	300,2	65,9	16,5	98,7	31,6	76,8	61,7	72,7	2,2	22,8	60,2	1069,5
	Beira interior sul	251,6	300,7	65,7	21,6	100,6	30,1	76,3	62,4	65,9	1,9	17,5	61,3	1055,7
	Pinhal litoral	187,6	190,0	66,3	25,0	95,4	29,4	41,8	62,4	50,1	18,1	8,6	19,7	794,5
	Pinhal interior sul	196,5	246,5	60,2	20,7	93,4	23,4	54,0	53,3	39,9	4,5	6,1	44,1	842,5
	Médio tejo	172,0	194,5	51,7	15,1	83,9	21,9	29,9	42,4	35,2	5,4	6,5	36,5	695,1
	Oeste	196,0	197,4	59,2	34,2	82,8	18,9	39,7	41,0	40,4	9,3	8,3	36,7	764,1
Lisboa	Grande Lisboa	240,4	230,1	56,6	35,7	77,2	12,3	35,2	36,3	43,9	5,1	2,7	68,1	843,6
	Península de setúbal	206,6	217,5	57,1	31,3	96,9	13,2	34,1	39,3	41,3	3,7	8,8	60,1	809,6
Alentejo	Lezíria do tejo	187,3	169,1	51,5	28,4	73,3	17,8	33,9	28,1	35,1	6,2	6,4	35,9	672,8
	Alto Alentejo	168,4	173,4	49,7	20,4	76,7	16,6	43,1	36,6	38,4	2,7	6,1	49,4	681,7
	Alentejo central	184,4	149,7	45,3	22,4	77,5	16,1	46,9	30,4	34,1	1,4	9,7	42,3	660,3
	Alentejo litoral	189,8	155,4	50,3	28,2	87,7	20,7	47,6	46,0	36,4	2,5	7,5	44,1	716,3
	Baixo Alentejo	168,5	134,8	42,5	27,3	59,3	16,3	50,5	34,1	22,4	1,4	9,0	33,4	599,4
Algarve	Algarve	144,6	143,8	37,4	15,5	56,5	16,7	28,2	33,4	13,6	2,8	26,8	33,8	553,0

Anexo 19 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2007/2008

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	6,2	68,4	68,6	213,8	75,0	136,4	203,1	84,9	41,0	23,7	36,6	72,1	1029,6
	Cávado	7,2	60,3	54,7	182,7	55,4	89,4	199,7	129,1	30,4	40,9	33,4	33,5	916,4
	Ave	17,2	63,1	48,1	172,1	61,9	87,5	231,7	132,0	33,5	29,5	33,3	43,2	953,0
	Alto Trás-os-Montes	30,5	48,4	39,1	112,0	54,5	59,9	172,0	83,5	33,9	8,6	14,0	40,2	696,7
	Grande Porto	23,8	64,3	38,4	158,0	46,4	81,3	244,8	132,7	28,0	29,3	25,3	53,3	925,6
	Tâmega	28,7	67,3	38,2	156,0	58,5	79,3	283,4	125,5	30,6	18,9	33,4	61,5	981,2
	Douro	37,3	50,4	28,0	109,4	53,3	45,0	195,4	88,5	25,8	10,6	18,7	40,1	702,6
	Entre Douro e Vouga	30,1	68,7	34,8	150,5	48,6	73,0	303,1	116,1	24,5	19,9	33,7	70,1	972,8
Centro	Baixo Vouga	17,7	37,1	28,5	144,5	51,1	81,6	280,9	126,5	20,2	18,7	26,8	74,9	908,3
	Dão-Lafões	33,0	35,2	27,8	128,3	64,6	63,2	251,8	110,1	18,5	11,6	19,0	56,6	819,8
	Beira interior norte	53,6	27,4	19,5	82,8	64,0	32,2	152,5	80,6	17,8	4,0	7,0	34,3	575,6
	Serra da estrela	50,1	3,8	35,2	145,8	115,1	84,4	287,3	139,4	12,4	0,0	12,6	45,2	931,3
	Baixo Mondego	8,2	33,2	22,6	114,6	45,8	55,0	187,8	98,4	11,3	7,1	9,3	42,2	635,4
	Pinhal interior norte	21,3	28,9	25,6	114,3	65,2	56,3	198,3	101,4	10,2	4,0	9,1	35,9	670,3
	Cova da beira	55,1	34,4	22,8	92,5	73,3	37,7	161,2	88,1	14,6	0,2	5,4	30,6	615,9
	Beira interior sul	51,3	45,9	25,5	93,2	84,0	33,9	162,5	97,0	12,1	0,3	4,4	27,1	636,9
	Pinhal litoral	13,2	54,6	20,8	85,2	37,1	33,7	118,8	76,9	6,7	5,0	8,5	22,2	482,7
	Pinhal interior sul	26,3	60,6	24,7	76,6	77,4	24,4	128,6	91,3	5,8	1,3	2,7	13,4	533,1
	Médio tejo	20,5	51,9	20,4	62,4	67,4	25,8	110,5	74,6	5,9	1,3	3,7	14,7	459,0
	Oeste	10,9	54,9	41,7	76,0	99,5	41,8	105,6	87,4	3,5	3,8	7,0	28,0	560,3
Lisboa	Grande Lisboa	7,7	60,2	44,3	79,2	202,8	51,0	93,3	102,8	1,0	1,0	1,7	25,7	670,7
	Península de setúbal	10,6	52,7	45,3	69,0	141,7	36,4	96,2	101,1	1,6	1,4	1,3	22,3	579,2
Alentejo	Lezíria do tejo	25,3	46,9	28,6	64,3	54,8	29,8	104,4	55,6	3,9	2,4	5,2	22,4	443,6
	Alto Alentejo	46,1	63,2	17,1	60,9	71,2	19,4	110,2	71,2	4,3	1,5	2,1	14,5	481,9
	Alentejo central	44,0	51,1	18,9	55,8	64,6	23,5	93,7	70,3	1,8	0,8	0,8	17,0	442,4
	Alentejo litoral	29,1	46,7	45,9	62,8	65,9	32,4	94,1	65,0	1,8	1,2	1,4	20,3	466,4
	Baixo Alentejo	43,2	41,9	39,0	50,0	66,2	32,9	79,4	45,3	1,0	2,7	0,8	29,7	432,1
Algarve	Algarve	60,4	51,9	113,6	56,9	72,2	21,9	115,2	37,9	2,2	8,2	0,1	111,5	652,0

Anexo 20 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2008/2009

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	76,9	66,1	131,8	255,3	102,6	42,9	102,1	61,1	118,9	70,2	13,9	11,3	1053,1
	Cávado	25,5	39,7	112,0	209,7	86,0	38,4	104,8	44,9	120,0	63,4	13,4	6,8	864,2
	Ave	39,6	51,6	125,3	237,3	97,6	32,2	104,7	49,8	92,5	42,7	13,0	4,2	890,3
	Alto Trás-os-Montes	38,4	29,6	86,0	133,3	73,6	16,9	50,1	37,9	49,6	21,7	8,5	3,6	549,3
	Grande Porto	40,5	49,1	139,3	258,2	103,0	35,7	100,6	52,6	94,2	42,8	13,4	8,4	937,8
	Tâmega	61,0	62,9	161,1	292,5	116,7	31,6	93,6	49,6	74,0	29,8	11,2	6,5	990,3
	Douro	40,4	45,3	97,6	167,3	65,8	17,5	53,9	33,5	48,6	16,5	7,0	5,0	598,4
	Entre Douro e Vouga	68,2	62,5	183,5	320,1	124,2	37,2	82,6	44,4	82,9	37,5	9,9	11,5	1064,3
Centro	Baixo Vouga	57,2	67,1	172,9	344,5	128,2	35,1	102,7	60,8	82,1	41,1	9,0	15,7	1116,1
	Dão-Lafões	56,1	52,6	145,2	263,5	100,7	34,9	64,7	42,9	61,8	28,5	6,0	14,1	870,9
	Beira interior norte	46,0	41,0	78,1	138,4	53,1	23,0	25,8	29,0	31,8	13,2	3,0	13,6	495,8
	Serra da estrela	72,0	47,9	170,4	283,8	117,7	62,7	54,3	42,3	52,6	22,9	2,1	18,7	947,4
	Baixo Mondego	40,3	47,9	88,2	230,3	88,9	39,8	86,2	50,1	32,4	18,5	2,9	8,8	734,1
	Pinhal interior norte	42,8	44,4	119,1	231,3	89,3	43,2	70,1	48,3	45,7	17,0	3,3	11,8	766,2
	Cova da beira	46,6	32,9	77,5	144,2	71,9	27,0	36,0	26,4	27,1	12,3	1,5	15,5	518,8
	Beira interior sul	42,4	33,0	70,7	139,4	69,4	21,9	41,6	24,3	25,9	9,6	2,0	13,5	493,7
	Pinhal litoral	30,0	42,5	80,9	152,9	69,3	32,2	64,8	41,3	36,5	6,7	6,2	6,7	570,0
	Pinhal interior sul	23,2	33,8	89,6	130,2	62,5	15,3	46,7	31,0	40,8	4,7	3,4	6,8	488,1
	Médio tejo	23,0	26,3	79,0	125,6	51,3	18,1	40,3	40,1	48,3	5,1	3,3	5,5	465,8
	Oeste	35,0	48,9	93,4	128,3	79,4	24,7	61,8	51,7	54,8	6,5	8,9	12,5	605,9
Lisboa	Grande Lisboa	40,4	34,2	98,4	139,9	82,3	14,9	48,9	48,1	53,3	1,0	0,5	12,0	573,9
	Península de setúbal	40,9	28,6	67,8	114,7	84,2	14,0	40,0	30,0	40,7	1,6	0,4	6,0	468,7
Alentejo	Lezíria do tejo	28,2	32,5	63,6	94,9	61,0	17,7	48,3	39,0	47,2	4,7	7,4	8,3	452,9
	Alto Alentejo	23,2	18,9	49,2	103,6	55,0	11,0	38,5	17,4	26,8	2,4	2,3	6,5	354,7
	Alentejo central	23,3	18,4	32,0	106,8	63,4	14,3	27,4	9,2	24,3	1,3	0,9	2,5	323,9
	Alentejo litoral	31,9	19,8	36,4	96,3	51,2	10,2	28,3	7,6	24,0	1,6	0,2	3,8	311,1
	Baixo Alentejo	33,7	17,6	25,0	85,0	42,6	16,3	27,2	8,0	14,1	1,0	0,0	7,6	278,1
Algarve	Algarve	43,1	28,2	63,8	71,5	67,6	16,0	28,7	15,4	15,1	1,9	0,1	4,6	355,9

Anexo 21 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2009/2010

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	172,5	282,2	379,9	219,8	271,3	196,6	87,3	89,3	66,1	6,5	3,1	15,2	1789,9
	Cávado	154,0	243,8	327,6	199,7	208,6	179,2	80,1	51,9	25,5	2,0	0,3	2,4	1474,8
	Ave	92,9	174,6	308,4	207,4	181,6	192,4	89,8	46,2	49,4	1,2	3,6	2,3	1349,7
	Alto Trás-os-Montes	79,0	109,9	223,4	143,6	172,2	148,2	71,3	44,0	63,7	1,8	2,1	16,8	1076,0
	Grande Porto	123,0	234,2	272,7	195,2	171,0	171,1	87,1	27,9	41,2	1,9	4,1	14,0	1343,2
	Tâmega	98,6	169,7	269,4	222,5	176,6	209,1	98,0	43,6	63,6	2,3	6,7	14,7	1374,5
	Douro	67,9	109,5	199,1	154,0	145,8	153,8	71,7	37,5	55,6	1,6	2,5	7,9	1006,7
	Entre Douro e Vouga	165,5	233,9	249,6	229,8	198,6	212,6	96,4	46,6	53,9	4,2	5,0	27,1	1522,8
Centro	Baixo Vouga	136,4	215,0	282,3	188,5	156,7	167,3	122,7	46,6	43,4	2,2	5,0	52,2	1418,0
	Dão-Lafões	135,7	175,3	247,9	193,9	199,3	181,9	106,2	45,9	40,1	2,6	3,0	26,4	1358,3
	Beira interior norte	98,0	97,0	182,4	126,7	165,4	123,8	79,0	35,5	30,1	1,1	0,2	10,4	949,4
	Serra da estrela	196,3	194,2	362,9	282,4	315,4	252,1	148,4	49,9	32,9	0,0	n/d	0,1	1834,6
	Baixo Mondego	55,8	145,0	217,6	120,4	152,0	140,1	87,8	38,0	32,4	0,3	1,5	34,3	1025,0
	Pinhal interior norte	108,8	170,5	239,9	156,2	189,3	162,1	91,1	33,4	29,0	0,2	1,3	17,4	1198,9
	Cova da beira	105,8	93,6	215,7	145,2	180,3	141,5	86,6	33,7	18,8	0,4	0,2	6,7	1028,4
	Beira interior sul	91,0	88,2	240,9	152,8	159,2	137,7	83,8	35,1	22,0	0,5	0,2	5,2	1016,4
	Pinhal litoral	62,2	146,5	155,7	99,5	153,1	120,2	51,0	16,7	20,2	0,1	1,1	2,5	828,9
	Pinhal interior sul	70,2	112,6	215,2	114,6	114,2	106,9	54,8	24,3	22,4	0,4	0,6	0,6	836,8
	Médio tejo	80,0	114,0	163,5	101,6	148,2	95,5	53,3	17,7	18,4	0,1	0,4	0,7	793,5
	Oeste	75,6	119,6	194,8	134,6	161,7	141,7	121,1	51,9	33,6	1,4	1,6	6,5	1044,1
Lisboa	Grande Lisboa	94,3	89,7	228,6	153,9	165,4	149,9	161,4	83,6	50,6	0,9	0,5	16,4	1195,2
	Península de setúbal	68,1	72,5	192,8	133,4	139,3	136,7	115,0	61,1	34,9	0,8	0,4	9,3	964,0
Alentejo	Lezíria do tejo	64,1	91,1	159,5	110,6	148,7	111,1	78,5	28,3	17,8	0,7	0,7	1,2	812,4
	Alto Alentejo	44,0	48,1	178,4	112,2	138,5	96,9	56,5	28,6	17,3	0,4	0,8	1,1	722,7
	Alentejo central	27,4	27,8	159,8	108,5	130,4	95,2	54,1	28,4	17,7	0,1	0,1	2,3	652,1
	Alentejo litoral	29,7	37,6	182,9	105,2	146,5	102,2	57,3	25,0	17,5	0,8	0,3	3,1	707,8
	Baixo Alentejo	17,1	16,5	174,7	95,9	139,4	82,1	66,8	16,8	14,3	0,5	0,2	6,0	630,4
Algarve	Algarve	30,3	26,9	286,0	152,8	176,5	71,2	87,3	18,8	23,6	0,9	0,3	6,4	881,0

Anexo 22 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2010/2011

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	193,4	258,8	234,7	244,3	116,9	83,9	36,1	52,3	6,9	41,1	46,1	25,8	1340,4
	Cávado	153,7	270,6	207,0	239,9	87,6	74,9	28,7	48,9	6,3	32,6	29,4	28,5	1207,7
	Ave	133,6	189,4	180,4	205,8	119,3	83,5	47,8	60,1	12,5	18,5	20,8	30,4	1102,0
	Alto Trás-os-Montes	111,7	113,4	144,2	121,1	94,9	73,7	51,2	53,8	10,3	9,6	17,2	16,9	818,0
	Grande Porto	214,1	242,5	239,9	147,1	173,8	68,9	34,5	78,4	6,3	19,4	27,6	32,5	1284,9
	Tâmega	198,7	188,4	219,9	152,6	165,7	84,7	56,1	87,7	11,3	9,9	27,0	36,0	1237,9
	Douro	114,9	88,8	146,1	118,9	100,6	64,4	45,8	53,6	15,4	2,7	16,3	23,5	790,8
	Entre Douro e Vouga	284,0	268,6	285,9	133,5	180,5	77,2	45,2	104,1	3,9	15,4	41,8	39,6	1479,4
Centro	Baixo Vouga	255,1	276,4	295,1	84,1	175,8	71,8	58,3	103,0	3,0	15,0	32,1	38,5	1407,8
	Dão-Lafões	220,1	214,3	245,1	112,7	128,7	71,4	66,8	84,1	8,3	8,9	24,3	34,1	1218,9
	Beira interior norte	136,1	105,0	151,9	83,3	66,5	65,1	69,9	30,2	25,4	0,8	20,3	19,9	774,3
	Serra da estrela	281,8	298,0	269,6	148,4	101,9	106,7	145,6	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	1352,0
	Baixo Mondego	161,2	123,3	197,7	88,7	99,3	46,7	54,1	77,7	0,4	3,4	8,8	18,8	879,7
	Pinhal interior norte	184,1	152,5	210,2	100,4	102,4	61,7	78,3	77,7	0,6	2,6	12,6	16,3	999,5
	Cova da beira	155,9	132,8	188,3	98,9	65,6	76,2	90,9	73,3	0,4	0,0	13,5	25,8	921,5
	Beira interior sul	147,8	115,3	210,6	93,4	66,7	75,4	89,1	62,7	0,5	0,0	7,8	26,3	895,6
	Pinhal litoral	131,5	75,6	166,5	73,1	101,2	52,2	67,2	77,8	1,0	2,0	11,6	8,7	768,4
	Pinhal interior sul	100,0	62,5	192,2	71,4	85,3	53,5	80,5	64,5	2,9	0,6	9,2	24,8	747,4
	Médio tejo	68,2	66,2	114,7	64,9	105,2	54,1	85,2	70,7	5,3	0,8	8,6	29,3	673,3
	Oeste	176,9	113,2	215,2	79,6	121,8	75,3	104,3	107,2	2,9	2,8	10,1	40,3	1049,5
Lisboa	Grande Lisboa	251,7	114,7	251,1	100,5	123,6	86,9	103,8	65,9	3,9	0,9	7,0	47,0	1157,0
	Península de setúbal	179,9	88,6	144,6	74,5	116,5	75,1	82,2	90,6	5,3	0,6	5,5	59,2	922,2
Alentejo	Lezíria do tejo	86,1	65,7	126,9	61,6	88,2	59,7	86,7	88,9	4,6	1,6	6,9	31,5	708,4
	Alto Alentejo	58,3	59,9	147,2	72,7	90,4	53,8	84,4	64,3	6,1	0,2	5,1	26,0	668,3
	Alentejo central	71,4	53,7	124,3	56,2	85,0	61,5	80,3	72,7	16,6	0,1	7,1	25,7	654,5
	Alentejo litoral	101,5	56,7	115,2	55,0	86,4	68,2	95,0	76,8	16,3	0,8	5,2	47,0	723,8
	Baixo Alentejo	77,4	48,2	147,6	45,6	62,4	69,7	86,4	58,2	9,1	0,5	6,5	33,2	644,7
Algarve	Algarve	66,0	64,1	208,7	46,3	60,5	84,3	52,7	72,2	2,7	0,5	5,5	8,4	671,8

Anexo 23 - Precipitação total média mensal e anual de cada distrito, no ano 2011/2012

Região	Distrito	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Norte	Minho-Lima	242,0	292,5	129,5	42,4	8,0	24,0	119,5	148,1	77,4	12,2	94,2	36,8	1226,7
	Cávado	224,6	257,9	114,2	21,3	4,0	21,1	105,0	130,6	68,3	10,8	116,3	32,4	1106,3
	Ave	130,8	230,5	84,8	19,9	2,1	14,1	103,4	122,8	45,0	16,1	67,1	27,5	863,9
	Alto Trás-os-Montes	63,3	152,9	47,4	19,7	3,7	7,8	74,2	79,5	29,5	16,1	30,5	11,6	536,1
	Grande Porto	131,4	237,1	102,0	26,1	4,9	25,8	139,4	145,3	57,2	9,3	56,1	58,1	992,9
	Tâmega	77,4	227,3	89,3	27,1	3,5	17,4	123,8	123,5	37,1	14,6	22,9	44,9	808,6
	Douro	47,4	136,1	47,1	21,2	2,0	8,7	63,0	73,2	16,2	14,2	11,3	27,5	467,7
	Entre Douro e Vouga	117,8	251,5	123,2	35,8	6,8	27,7	145,8	132,0	52,4	7,7	27,9	67,2	995,6
Centro	Baixo Vouga	89,7	265,3	110,5	33,2	8,2	33,8	182,1	158,1	58,8	9,0	34,8	80,3	1063,5
	Dão-Lafões	101,3	194,2	89,3	35,2	5,2	22,4	133,7	105,3	32,7	5,3	21,1	67,8	813,4
	Beira interior norte	84,8	106,6	50,3	27,9	2,5	15,3	91,0	65,1	12,5	13,0	11,5	53,2	533,5
	Serra da estrela	181,0	189,4	104,5	38,4	5,5	16,5	224,7	105,6	19,6	4,1	18,8	121,2	1029,3
	Baixo Mondego	47,9	184,8	61,6	16,6	4,9	15,0	96,9	88,1	22,5	3,6	19,5	52,1	613,3
	Pinhal interior norte	81,2	186,0	72,3	21,8	4,4	13,0	131,3	92,5	21,8	3,9	17,8	69,4	715,2
	Cova da beira	106,2	137,1	55,2	19,8	2,5	11,2	102,5	68,0	8,1	5,7	11,6	60,8	588,7
	Beira interior sul	106,8	145,0	45,4	15,8	1,9	8,7	86,7	67,4	6,2	4,5	11,3	52,8	552,5
	Pinhal litoral	40,7	158,4	45,1	14,4	2,4	19,5	74,3	77,9	16,2	2,3	12,5	45,8	509,5
	Pinhal interior sul	52,3	160,8	32,6	11,2	0,8	15,1	63,2	74,0	8,5	1,7	10,4	40,1	470,7
	Médio tejo	18,4	152,2	35,1	15,1	2,0	29,0	66,7	77,4	9,4	1,5	9,7	45,1	461,6
	Oeste	71,6	187,3	31,3	18,6	2,2	41,3	56,1	91,6	5,6	0,7	10,2	46,1	562,5
Lisboa	Grande Lisboa	127,6	247,6	43,1	22,6	5,8	29,4	60,1	108,4	5,8	1,4	12,6	41,8	706,2
	Península de setúbal	95,7	184,2	31,3	17,9	4,0	32,9	50,6	86,2	4,2	0,8	9,8	39,4	556,7
Alentejo	Lezíria do tejo	37,1	135,7	21,4	19,4	1,1	37,7	47,3	62,6	3,2	0,3	7,3	42,6	415,7
	Alto Alentejo	41,7	135,7	20,4	11,9	0,6	17,8	38,9	52,0	1,6	0,2	5,9	42,4	369,1
	Alentejo central	55,7	120,0	14,7	11,8	1,0	16,9	32,4	45,5	1,2	0,0	3,0	43,5	345,7
	Alentejo litoral	69,8	139,4	14,1	17,2	1,7	39,8	49,2	51,5	1,5	0,1	2,6	20,9	407,6
	Baixo Alentejo	55,2	121,9	10,2	16,6	1,2	36,1	41,7	34,4	0,6	0,0	0,9	15,6	334,4
Algarve	Algarve	50,6	162,1	9,5	17,0	3,0	48,0	33,9	12,3	3,8	0,5	2,9	6,5	350,1

Anexo 24 – Função distribuição para a região Norte

Ano hidrológico	Precipitação ordenada	n	F(x) emp	F(x) teor
04/05	709,5	1	0,043	0,045
01/02	790,3	2	0,087	0,085
08/09	868,4	3	0,130	0,138
11/12	874,7	4	0,174	0,143
07/08	897,3	5	0,217	0,162
91/92	1026,7	6	0,261	0,283
03/04	1079,2	7	0,304	0,337
05/06	1137,7	8	0,348	0,398
98/99	1141,4	9	0,391	0,402
10/11	1157,6	10	0,435	0,419
92/93	1187,4	11	0,478	0,450
99/00	1319,8	12	0,522	0,578
94/95	1351,7	13	0,565	0,606
06/07	1355,2	14	0,609	0,609
09/10	1367,2	15	0,652	0,619
96/97	1383,2	16	0,696	0,633
90/91	1422,8	17	0,739	0,664
02/03	1532,0	18	0,783	0,741
93/94	1668,5	19	0,826	0,816
95/96	1927,1	20	0,870	0,907
97/98	2001,7	21	0,913	0,924
00/01	2649,6	22	0,957	0,988

Média	1311,3	a	0,0028
Desvio-padrão	451,0	x0	1108,4

Anexo 25 – Função distribuição para a região Centro

Ano hidrológico	Precipitação ordenada	n	F(x) emp	F(x) teor
04/05	454,1	1	0,043478	0,023
01/02	623,4	2	0,086957	0,134
91/92	648,1	3	0,130435	0,160
07/08	652,4	4	0,173913	0,164
11/12	659,5	5	0,217391	0,172
08/09	672,7	6	0,26087	0,187
98/99	733,5	7	0,304348	0,263
94/95	760,8	8	0,347826	0,299
92/93	852,5	9	0,391304	0,424
05/06	856,3	10	0,434783	0,429
03/04	859,5	11	0,478261	0,434
99/00	945,5	12	0,521739	0,545
10/11	974,0	13	0,565217	0,580
06/07	1045,7	14	0,608696	0,659
96/97	1070,9	15	0,652174	0,684
02/03	1098,9	16	0,695652	0,710
90/91	1106,0	17	0,73913	0,716
09/10	1111,0	18	0,782609	0,721
93/94	1167,1	19	0,826087	0,767
97/98	1519,8	20	0,869565	0,931
95/96	1583,5	21	0,913043	0,945
00/01	1857,7	22	0,956522	0,980

Média	966,0	a	0,0037
Desvio-padrão	344,4	x0	811,1

Anexo 26 – Função distribuição para a região de Lisboa

Ano hidrológico	Precipitação ordenada	n	F(x) emp	F(x) teor
04/05	289,7	1	0,043478	0,007
94/95	389,6	2	0,086957	0,052
91/92	418,8	3	0,130435	0,079
98/99	477,6	4	0,173913	0,155
08/09	521,3	5	0,217391	0,227
01/02	539,9	6	0,26087	0,261
92/93	549,6	7	0,304348	0,279
99/00	572,3	8	0,347826	0,322
03/04	620,5	9	0,391304	0,415
07/08	625,0	10	0,434783	0,423
11/12	631,5	11	0,478261	0,436
96/97	696,2	12	0,521739	0,554
93/94	707,6	13	0,565217	0,573
02/03	708,2	14	0,608696	0,574
90/91	779,1	15	0,652174	0,682
06/07	826,6	16	0,695652	0,742
05/06	888,3	17	0,73913	0,806
00/01	940,6	18	0,782609	0,849
97/98	997,6	19	0,826087	0,886
10/11	1039,6	20	0,869565	0,907
09/10	1079,6	21	0,913043	0,924
95/96	1231,6	22	0,956522	0,965

Média	705,9	a	0,0053
Desvio-padrão	244,2	x0	596,1

Anexo 27 – Função distribuição para a região do Alentejo

Ano hidrológico	Precipitação ordenada	n	F(x) emp	F(x) teor
04/05	267,9	1	0,043478	0,014
08/09	344,1	2	0,086957	0,068
11/12	374,5	3	0,130435	0,107
94/95	383,0	4	0,173913	0,120
91/92	429,0	5	0,217391	0,202
98/99	438,4	6	0,26087	0,221
07/08	453,3	7	0,304348	0,252
01/02	518,3	8	0,347826	0,397
03/04	523,8	9	0,391304	0,409
92/93	525,3	10	0,434783	0,412
99/00	596,0	11	0,478261	0,563
05/06	600,2	12	0,521739	0,571
02/03	638,5	13	0,565217	0,642
93/94	656,9	14	0,608696	0,673
06/07	666,1	15	0,652174	0,688
90/91	666,7	16	0,695652	0,689
10/11	679,9	17	0,73913	0,709
09/10	705,1	18	0,782609	0,745
96/97	708,0	19	0,826087	0,749
00/01	942,6	20	0,869565	0,934
97/98	974,7	21	0,913043	0,945
95/96	1101,4	22	0,956522	0,974

Média	599,7	a	0,0061
Desvio-padrão	209,4	x0	505,5

Anexo 28 – Função distribuição para a região do Algarve

Ano hidrológico	Precipitação ordenada	n	F(x) emp	F(x) teor
04/05	277,0	1	0,043478	0,014
11/12	350,1	2	0,086957	0,056
08/09	355,9	3	0,130435	0,062
98/99	385,5	4	0,173913	0,094
94/95	417,3	5	0,217391	0,137
91/92	482,2	6	0,26087	0,248
03/04	547,0	7	0,304348	0,377
06/07	553,0	8	0,347826	0,389
93/94	629,7	9	0,391304	0,538
02/03	643,9	10	0,434783	0,564
01/02	648,8	11	0,478261	0,572
07/08	652,0	12	0,521739	0,578
10/11	671,8	13	0,565217	0,611
99/00	673,0	14	0,608696	0,613
90/91	679,5	15	0,652174	0,624
92/93	691,6	16	0,695652	0,643
05/06	704,5	17	0,73913	0,663
96/97	850,7	18	0,782609	0,832
09/10	881,0	19	0,826087	0,856
00/01	887,0	20	0,869565	0,860
97/98	1006,7	21	0,913043	0,925
95/96	1262,0	22	0,956522	0,981

Média	647,7	a	0,0055
Desvio-padrão	233,6	x0	542,6

Anexo 29 – Facturação de água de Fevereiro de 2013



Serviços Municipalizados Loures
Rua Ilha da Madeira, 2 - 2674-004 LOURES
geral@smas-loures.pt NIPC 980 009 671

FACTURA nº [REDACTED]

Data de emissão **2013.02.18**

2013.02.18 2013.03.08 2958

Leituras: 21 799 80 79 (24h)
Apelo Comercial: 21 983 1121 (9h às 17h dias úteis)
Piquete avarias: 219 839 500(24h)





Cliente [REDACTED]

Local do abastecimento [REDACTED] **Cód. Local N° Cliente** [REDACTED] **Cód. Entidade** [REDACTED] **N° Ident. Fiscal** [REDACTED]

Resumo da Factura €

Período de facturação: 16.01.2013 a 15.02.2013 (31 DIAS)

ÁGUA	19.02
ÁGUAS RESIDUAIS	16.21
RESÍDUOS SÓLIDOS	11.31
TAXA DE RECURSOS HÍDRICOS	0.71
TAXA DE GESTÃO DE RESÍDUOS	0.41
IVA	1.17
TOTAL	48.83

Data limite de pagamento da factura: 2013.03.08

Conta cliente nº [REDACTED]

Documentos

Factura nº [REDACTED]

Data de emissão	Valor	Data Limite de Pagamento	Observações
2013.02.18	48.83+	2013.03.08	

Valor em Dívida em 16.02.2013 48.83

Leituras
Pode comunicar a sua leitura pelo número 21 799 80 79 (24h), indicando a referência 11481692 ou acedendo ao nosso Balcão Digital em www.smas-loures.pt. A leitura será considerada na próxima factura se entretanto o contador não for lido pelos SMAS.

Débitos Directos

[REDACTED]

[REDACTED]

Aos clientes a quem seja emitido AVISO DE CORTE será debitada a quantia de 2€ + IVA, a incluir em faturação seguinte. Evite este custo pagando a sua fatura até à data limite.


CONSERVE ESTE DOCUMENTO - VÁLIDO COMO RECIBO DA COBRANÇA

A regularização deste documento não comporta o pagamento de multa

Processado por Computador ZAbm - Processado por programa certificado

22/0001

Anexo 30 – Facturação de água de Fevereiro de 2014




**Serviços Municipalizados
Loures**
Rua Irmã da Madalena, 2 - 1674-304 LOURES
geral@sm-loures.pt - N.º PC: 480 009 471

FACTURA n.º [REDACTED]

Data de emissão: 2014.02.17

2014.02.17 2014.03.07 - 1310

Leituras: 217 998 079 (24h)
 Apoio Comercial: 21 983 1121 (9h às 17h dias úteis)
 Piquete avarias: 219 839 500(24h)



00000748

00000748

Cliente: [REDACTED]

Local de abastecimento: [REDACTED]

Cód. Local N.º Cliente: [REDACTED]

Cód. Entidade: [REDACTED]

N.º Ident. Fiscal: [REDACTED]

Resumo da Factura

Período de facturação: 16.01.2014 a 15.02.2014 (31 DIAS)

	€
ÁGUA	3.67
ÁGUAS RESIDUAIS	2.40
RESÍDUOS SÓLIDOS	2.87
TAXA DE RECURSOS HÍDRICOS	0.05
TAXA DE GESTÃO DE RESÍDUOS	0.01
IVA	0.22
TOTAL	9.22

Data limite de pagamento da factura: 2014.03.07

Conta Cliente n.º	Documentos	Data de emissão	Valor	Data limite de pagamento	Observações
[REDACTED]	Factura n.º [REDACTED]	2014.02.17	9.22+	2014.03.07	

Valor em Dívida em 17.02.2014 9.22

Leituras

Data preferencial para comunicação de leitura dia 2014.03.15, pelo n.º telefone 217998079, indicando a referência 11481692, ou através do Balcão Digital em www.sml-loures.pt. A leitura será considerada na próxima factura, se entretanto o contador não for lido pelos SML.

Débitos Directos

[REDACTED]

